

Kedves Hallgatók!

A tanulási támpontok a vizsgákon számon kért legfontosabb ismereteket foglalják össze. 3 részből állnak: 1. cím, 2. támpontok, 3. normálértékek. A cím megegyezik a kollokviumi/szigorlati tételsor címeivel. A támpontok kérdésekből és feladatokból állnak, de számos esetben a válaszokra vonatkozó hasznos utalásokat is tartalmaznak. A **vastagon szedett PIROS színnel** jelzett támpontok és normálértékek közül kerülnek kiválasztásra a beugróvizsga kérdései. Az így jelölt támpontok ill. normálértékek elégtelen tudása a vizsga automatikus elégtelen értékelését vonja maga után, akár a beugróra, akár a tételéből történő felelés során. A normálértékek rendszerint a tananyagban való első előfordulás alkalmával jelennek meg, de minden későbbi téma megbeszéléséhez is fontosak lehetnek. Azoknál a normálértékeknél, ahol tartomány került megadásra, elvárás, hogy a vizsgázó a szóbeli vizsgán legalább egy, az élettani tartományon BELÜLI értéket a helyes mértékegységgel együtt legyen képes megnevezni. Fontos, hogy a szóbeli vizsgákon a választott tétel CSAK a címet tartalmazza majd, a részletes támpontokat nem. A vizsgázótól elvárt, hogy addigra ismerje a tételhez tartozó ismereteket.

Az Intézet oktatói karának nevében kívánok a tanulási támpontok segítségével sikeres vizsgafelkészülést!

üdvözlettel

Domoki Ferenc

### 1. Szabályozáselmélet

Definiálja a „belső környezet” fogalmát és magyarázza el, miért van szükség annak szabályozására.

**Mit jelent a homeosztázis, a homeosztatis paraméter fogalma? Ismertessen legalább öt, az emberi szervezetben szabályozott folyamatot/értéket.**

Magyarázza el, mi a különbség a vezérlés és a szabályozás között.

Írja le, milyen elvi lehetőségek állnak a szabályozás szolgálatában (humorális, neurális).

**Ismertesse az idegi szabályzó kör (reflexív) alapvető részeit és funkcióit** (receptor, afferens szár/útvonal, központ, „kell”-érték (set point), efferens szár/útvonal, effektor). **Magyarázza el a jelentését, és mondjon példát negatív, pozitív visszacsatolásra,** illetve előreccsatolásra (feed forward) **folyamatokra.**

Írja le a különbséget az endokrin, parakrin és autokrin kommunikáció között a mediátor felszabadulásának helye és a célszövethez jutás útvonala alapján.

Mit értünk „viselkedés szintű szabályozás” alatt és miért van rá szükség? Említsen példákat!

Hogyan lehet mérni a szabályozó rendszerek hatékonyságát? **Definiálja a gain fogalmát!**

Mit jelent a szervomechanizmus?

### 2. A sejtmembrán passzív transzportfolyamatai

Írja le és ábrázolja a sejtmembrán molekuláris szerkezetét (fluid mosaic model). Magyarázza el a foszfolipidek és proteinek előfordulásának jelentőségét a membránpermeabilitás szelektivitására nézve, az ionok, hidrofób és hidrophil anyagok átjutásának szempontjából. Ismertesse a laterális diffúzió jelenségét a membránban.

Definiálja az oldatok koncentrációinak fogalmát, hasonlítsa össze az alábbi mértékegységeket: mM, mEq/l, mosm/kgH<sub>2</sub>O.

Ismertesse a transzmembrán egyszerű diffúzió fogalmát, a hajtóerők (kémiai és elektromos gradiens mentén, illetve egyensúlyi helyzetben) és a membrán tulajdonságainak szerepét. **Definiálja Fick diffúziós törvényét a biológiai membránokra vonatkoztatva!**

Vázolja fel az **aquaporinok** szerepét a víz membránokon keresztül történő mozgásában.

Definiálja a következő fogalmakat: ozmózis, ozmol, ozmolaritás, ozmolalitás és tonicitás. Definiálja a „rejekciós hányados” fogalmát, magyarázza el az ozmotikus nyomás kialakulását a víz és oldott anyagok eltérő membránpermeabilitásának hatására.

**Jellemezze a facilitált diffúzió tulajdonságait.** Definiálja a transzporterek típusait (uniport, szimport, antiport). Definiálja a transzportmaximum, a szaturáció, a kompetitív és a nem kompetitív gátlás fogalmát.

Normálértékek: **vérplazma ozmolalitása: 290 mosm/kgH<sub>2</sub>O**, össz ozmotikus nyomása: 660 kPa = 4950 Hgmm

### 3. A sejtmembrán aktív transzportfolyamatai

**Definiálja az elsődleges és másodlagos aktív transzport fogalmát.** Definiálja a transzportmaximum, a szaturáció, a kompetitív és nem kompetitív gátlás fogalmát.

Vázolja fel az ATP-hidrolízisből származó energia felhasználását a Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> és a H<sup>+</sup> elektrokémiai potenciállal szembeni transzportjában példákon keresztül.

Magyarázza el, hogyan használhatja fel a sejt a Na<sup>+</sup> és K<sup>+</sup> elektrokémiai gradiens mentén történő mozgását egyéb oldott anyagok gradiens ellenében történő („uphill”) transzportjához (pl. Na<sup>+</sup>/glükóz-kotranszporter, illetve Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>-exchanger).

Értelmezze az ABC-transzporterek működését és jelentőségét példák segítségével.

**Határozza meg a vesicularis transzport:** az endocytosis, exocytosis, transcytosis **fogalmát.** Soroljon fel példákat ily módon specifikusan, illetve aspecifikusan transzportált anyagokra.

### 4. A sejt nyugalmi membránpotenciálja

Magyarázza el a nyugalmi membránpotenciál kialakulását, az ionok diffúziójára ható kémiai és elektromos hajtóerőket.

**Írja fel a diffúziós potenciál kiszámítására alkalmas Nernst-egyenletet,** és számítsa ki a K<sup>+</sup> egyensúlyi (equilibrium) potenciálját (E<sub>K</sub><sup>+</sup>).

A Nernst-egyenlet alapján határozza meg egy ion mozgásának irányát, ha a membránpotenciál a. egyenlő, b. magasabb, illetve c. alacsonyabb, mint az ion egyensúlyi potenciálja. Sorolja fel a tipikus membránpotenciál-értéket, ill. a Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> és Ca<sup>2+</sup> egyensúlyi potenciáljait.

A Nernst-egyenlet alapján számítsa ki a E<sub>K</sub><sup>+</sup> értékét az extracelluláris K<sup>+</sup>-koncentráció 5 mmol/l -rel való növekedése, illetve a E<sub>Na</sub><sup>+</sup> értékét az extracelluláris Na<sup>+</sup>-koncentráció 5 mmol/l -rel való növekedése esetén.

**Határozza meg a nyugalmi membránpotenciál-értéket (pl. vázizomban) a Goldman-Hodgkin-Katz-egyenlet felírásával.** Magyarázza meg, hogyan befolyásolja a membránpotenciál értékét a permeabilitás csökkenése Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, illetve Cl<sup>-</sup> esetében.

Jellemezze a dinamikus egyensúlyi állapotot („steady state”). Használja példaként a passzív ionáramlás (pl. Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) és ionpumpa (**Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATP-áz**) együttes működésének jelentőségét a membránpotenciál kialakulásában és a sejtterefogat fenntartásában. A **pumpa gátlásának következményei.**

Normálértékek: extracelluláris ionkoncentrációk: Na<sup>+</sup>: 138-151 mM, K<sup>+</sup>: 3.4-5.2 mM, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 21-28.5mM, Cl<sup>-</sup>: 101-111 mM, ionizált Ca<sup>2+</sup>: 1,5 mM; és tipikus intracelluláris (citoplazmatikus) ionkoncentrációk: Na<sup>+</sup>: 12 mM; K<sup>+</sup>: 155mM; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 8 mM; Cl<sup>-</sup>: 4mM; Ca<sup>2+</sup>: 10<sup>-5</sup>-10<sup>-4</sup> mM

### 5. Az idegsejt membrán elektromos tulajdonságai

Definiálja a következő fogalmakat ioncsatornára vonatkozóan: szelektivitás, kapuzás, aktiválás, inaktiválás.

Hasonlítsa össze az intra- és extracelluláris ligandfüggő, feszültségfüggő, illetve mechanikailag aktivált ioncsatornák kapuzási mechanizmusát.

Beszéljen a „voltage clamp” mérési technika jelentőségéről és alkalmazhatóságáról az ioncsatornák funkcionális vizsgálatára.

**Definiálja és hasonlítsa össze az elektrotónusos (lokális, gradált) potenciálváltozásokat és az akciós potenciált** (potenciálváltozás iránya, a potenciálváltozás gradáltsága, a terjedés sebessége és a változás amplitúdójának terjedés során bekövetkező változása szempontjából). Nevezze meg az idegsejtmembrán azon területeit, ahol ezek kialakulhatnak.

**Rajolja fel egy idegsejt (pl. a tintahal óriásaxon) membránpotenciáljának alakulását az idő függvényében az akciós potenciál során, és az ábrán mutassa be a fázisokat.** Értelmezze az ingerküszöb fogalmát, a „minden vagy semmi” törvényt. Definiálja a rheobasis és a chronaxia fogalmát.

**Jellemezze a feszültségfüggő  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  és  $\text{Ca}^{2+}$ -csatornákat funkcionális szempontból** (kapuzás, aktiválás, inaktiválás). Ismertesse a feszültségfüggő  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  és  $\text{Ca}^{2+}$ -csatornák szerepét az idegsejt akciós potenciáljának kialakulásában és fázisaiban (depolarizáció, „overshoot”, repolarizáció, utóhiperpolarizáció). Értelmezze az abszolút és a relatív refrakter fázis fogalmát.

## 6. Az akciós potenciál terjedése az idegrostokban. Axonklasszifikáció

**Írja le az akciós potenciál terjedését mielinizált és nem mielinizált axonban.** Jellemezze a szaltatórikus ingerületvezetést.

Definiálja a membrán térkonstansát és időkonstansát.

Határozza meg a membránkapacitás fogalmát, magyarázza el, hogy a membránkapacitás hogyan befolyásolja az akciós potenciál terjedését myelinizált és nem myelinizált axonokban.

Ingerületvezetés a kevert idegben. Az összetett („compound”, extracellulárisan elvezetett) akciós potenciál.

Határozza meg, hogyan befolyásolja az egy perifériás idegen belül futó különböző axonok vezetési sebességét az axonok átmérője és myelinizációja. **Csoportosítsa az idegrostokat az Erlanger-Gasser-klasszifikáció szerint.**

Normálértékek: ideg akciós potenciáljának időtartama: 1 ms, akciós potenciál tipikus vezetési sebessége a perifériás axonosztályokban (Erlanger-Gasser):  $A\alpha$ : 100,  $A\beta$ : 50,  $A\gamma$ : 20,  $A\delta$ : 15, B: 7, C: 1 m/s

## 7. Receptorok, szignáltranszdukció – jelátviteli mechanizmusok

Ismertesse a mediátorok (jelátvivő anyagok) típusait: parakrin és autokrin jelzőmolekulák, hormonok, neurotranszmitterek és neurohormonok.

Ismertesse a receptor, ligand, agonista, antagonist (kompetitív, nem kompetitív) fogalmakat.

**Receptorok osztályozása:** 1. **elhelyezkedésük alapján** (membrán- és cytosolreceptorok, magreceptorok, intracelluláris membránreceptorok ( $\text{IP}_3$ , ryanodin), 2. **működésük alapján** (ionotrop és metabotrop receptorok, receptorenzimek, illetve enzimhez kapcsolt receptorok).

Ionotrop receptorok: szelektív és nem szelektív receptorok, kation- és anioncsatornák. Említsen egy-egy példát. Vázolja fel a szignalizációs útvonalat, a szignáltranszdukció elemeit és jelentőségüket a sejtben.

Metabotrop receptorok: típusok (G-protein-kapcsolt receptorok, tirozin-kináz receptorok stb.).

Heterotrimer G-fehérjék szerkezete, típusai ( $G_s/G_i/G_q$ ), működésük.

**Definiálja a másodlagos hírvivő fogalmát, ismertesse a legfontosabbakat** (cAMP, cGMP, kalcium,  $\text{IP}_3/\text{DAG}$ ).

Beszéljen a poszttranszlációs modifikáció (pl. foszforiláció) sejtfehérjék funkcióját érintő jelentőségéről.

## **Receptorenzimek, illetve enzimhez kapcsolt receptorok szerkezetének és működésének bemutatása egy-egy példán keresztül.**

Intracelluláris receptorokhoz kapcsolódó jelátvitel: cytosoláris és magreceptorok felépítésének és működésének bemutatása egy-egy példán keresztül.

Írja le a membránhoz kötött receptorok következő folyamatait: aktiváció, inaktiváció, internalizáció, upreguláció, downreguláció, szenzitizáció és deszenzitizáció.

## **8. A test folyadékterei. A vérplazma**

### **Határozza meg az extracelluláris és intracelluláris tér fogalmát, valamint az extracelluláris tér kompartmentjeit.**

Mutassa be az indikátorhígítási módszert és használatát a plazmatérfogat, a vértérfogat, az extracelluláris folyadéktérfogat és az összvíz mennyiség meghatározásában.

Írja le a vér centrifugálását követően kialakult frakciókat (sejtes elemek, plazma).

**Osztályozza a vérplazma összetevőit** (organikus és anorganikus anyagok).

**Definiálja a hematokritot.**

**Nevezze meg a vérplazma fehérjefrakcióit**, vázolja mérésük módszertani elvét (elektroforézis).

**Minden fehérjefrakciót illusztráljon egy-két példával.**

Nevezze meg és jellemezze a vérplazma lipoproteinjeit.

Normálértékek: teljes víztartalom: kb. a testtömeg 60%-a (intracelluláris: 40%, extracelluláris: 20%), intersticiális folyadéktér térfogata: 11 l, vértérfogat: 5-6 l (80 ml/tskg), plazmatérfogat: 3 l, hematokrit: 0,44-0,46, plazma ozmolalitás: 290 mosmol/kgH<sub>2</sub>O, plazmanátrium: 138-151 mM, plazmakálium: 3,4-5,2 mM, plazmakalcium (összes): 2,4-2,8 mM, (szabad, ionizált): 1,5 mM, plazmaklorid: 101-111 mM, plazmabikarbonát: 21-28,5 mM, plazmaglükóz: 4,2-5,9 mM, plazmaurea: 2,5-10,3 mM, plazmabilirubin: 5,0-17,0 µM, plazmafehérje: 60-80 g/l, plazmaalbumin: 34-45 g/l, plazma-összkoleszterin: <5,17 mM, plazma-összlipid: 4,5-10 g/l

## **9. A vörösvérsejtek általános jellemzői**

Adja meg a vörösvérsejtek következő paramétereit: szám, méret, alak, élettartam.

Az érett vörösvérsejtek sejtalkotói.

**Definiálja a következő fogalmakat, és adja meg kiszámításuk módját: MCH, MCHC, MCV.**

Jellemezze a Price-Jones-görbét.

Definiálja az anaemiát és típusait.

Jellemezze a vörösvérsejtek ozmotikus rezisztenciáját.

**Írja le a vérsüllyedés mechanizmusát, mérési módszereit, jelentőségét és normálértékét.**

Jellemezze a vörösvérsejtek membránját. Soroljon fel három fontos vörösvérsejt-membránproteint.

Normálértékek: vörösvérsejtszám: 4,3-5,2 millió/µl, vörösvérsejt-átmérő: 7-8 µm, vörösvérsejt élettartama: 120 nap, vörösvérsejt-süllyedés: 3-20 mm/óra, vér hemoglobin koncentrációja: 135-160 g/l, MCV: 94 fl, MCH: 29 pg, MCHC: 333 g/l, vörösvérsejtek ozmotikus rezisztenciája: 0,45-0,50% NaCl-oldat.

## **10. A vörösvérsejtek keletkezése**

Jellemezze a vörös csontvelőt és sorolja fel a vörösvérsejtek fő progenitor alakjait. **Reticulocytá fogalma, számolásának módja és jelentősége.**

**A vasforgalom jellemzése:** felszívódás (ferroportin), szállítás (transzferrin), tárolás (ferritin, hemosziderin), szabályozás (hepcidin).

**A B<sub>12</sub>-vitamin és a folsav szerepe a vérképzésben.**

**Az erythropoetin (keletkezés helye, trigger, funkció).**

Az erythropoesisre ható további hormonális hatások (pl. növekedési hormon, tesztoszteron).

Normálértékek: **plazmavas: 9-27  $\mu$ M, napi ajánlott vasfelvétel** (recommended dietary allowance, RDA): **10-20 mg**, napi vasvesztés: 1-3 mg, **B<sub>12</sub>-vitamin RDA-értéke: 1-2 $\mu$ g, folsav RDA-értéke: 200  $\mu$ g, relatív reticulocytaszám: 0,4-1,5%.**

### 11. A hemoglobin lebontása. Az epefestékek

Írja le az előregedett vörösvérsejtek kivonásának folyamatát, a hemoglobin felszabadulását, kötőfehérjéit a plazmában és felvételét a macrophagokba.

Írja le a hemoglobin lebontásának lépéseit, a vas, a globinláncok és a porfirinváz sorsát.

**A bilirubin felszabadulása a macrophagból, transzportja a vérben, felvétele a májban, a konjugáció és az epébe történő szekréció lépései.**

**Definiálja az indirekt és a direkt bilirubint.**

**A bilirubin sorsa a bélben, az enterohepatikus körforgás és kiválasztás folyamata. Az urobilinogén (UBG) keletkezése, vizeletbeli detektálásának jelentősége.**

Az icterus fogalma és főbb típusainak áttekintése.

Normálértékek: **plazmabilirubin: 5,0-17,0  $\mu$ M**

### 12. A fehérvérsejtek élettana.

Adja meg a normál fehérvérsejtszámot, a fehérvérsejtek képződésének helyét. **Írja le a kvalitatív vérkép fogalmát és elkészítését. Adja meg az egyes fehérvérsejt típusok morfológiai tulajdonságait és százalékos eloszlásukat a kvalitatív vérképben.**

Adja meg a főbb fehérvérsejt típusok funkcionális jellemzőit:

Ismertesse a fagocitózist: írja le a monocyta/macrophag-rendszer és a neutrophil granulocyták szerepét.

Ismertesse a limfociták típusait és ezek működését. Definiálja az antigén fogalmát és vázolja fel az antigénbemutató folyamatát. **Ismertesse az immunglobulinok szerkezetét, típusait és működését.**

Ismertesse a komplementrendszer fő elemeit és funkcióit.

Normálértékek: **fehérvérsejt szám: 4000-10000 sejt/ $\mu$ l, neutrophil: 60-80%, lymphocyta: 20-30%, monocyta: 2-6%, eosinophil: 1-5%, basophil: 0-1%.**

### 13. Az ABO és Rh vércsoportok

**Jellemezze az ABO vércsoport antigénjeit és a keringő antitesteket (Landsteiner-szabály).**

Jellemezze az ABO vércsoportrendszer öröklésmenetét. Milyen fehérjéket kódolnak a vércsoportok öröklődéséért felelős gének? Mi az oka az antitestek kialakulásának?

**Jellemezze az Rh vércsoport antigénjeit.**

Jellemezze az Rh vércsoportrendszer öröklésmenetét. Milyen fehérjéket kódolnak a vércsoportok öröklődéséért felelős gének? Miért nem érvényes a Landsteiner-szabály az Rh vércsoport esetében? Adja meg az ABO és Rh vércsoportok fenotípusának gyakoriságát.

**Írja le a vércsoportok meghatározásának folyamatát.** Transzfúzió előtti vizsgálatok (major teszt, minor teszt, biológiai próba).

Írja le az Rh-szenzibilizáció folyamatát (prophylaxis, erythroblastosis foetalis).

Az agglutinatio és a haemolysis definíciója, folyamata és következményei.

### 14. Az elsődleges haemostasis

Definiálja a haemostasis és a véralvadás fogalma közötti különbséget. Hasonlítsa össze a fehér és a vörös thrombust.

Thrombopoiesis. Adja meg a normál thrombocytaszámot.

Írja le a thrombocyták főbb morfológiai jellegzetességeit, méretét, a granulomok típusait.

Jellemezze az elsődleges haemostasis szerepét, sorolja fel a benne szerepet játszó folyamatokat .

**Jellemezze a thrombocyták kitapadását, aggregációját és aktiválódását.** Adja meg ezeknek a folyamatoknak néhány molekuláris mechanizmusát (von Willebrand factor, thrombocyta adhézióban és aggregációban szerepet játszó membrán glycoproteinek, a thrombocytaaktivációban szerepet játszó mediátorok, receptorok, és szignáltranszdukciós folyamatok).

Vázzolja az endothelsejtek szerepét a vérzéscsillapításban.

Normálértékek: **thrombocytaszám: 150000-300000 sejt/ $\mu$ l, vérzési idő (Ivy-féle módszerrel): 3-5 perc**

### **15. A másodlagos haemostasis: a véralvadás (coagulatio).**

**Definiálja az alvadási faktorokat, működésük mechanizmusát, adja meg szintézisük helyét, ismertesse nevezéktanukat.**

**Ismertesse az extrinsic utat.**

**Ismertesse az intrinsic utat és a kontakt fázist.**

**Ismertesse a véralvadás közös szakaszát, a stabil fibrinháló kialakulását.**

**Ismertesse a K-vitamin szerepét az ún. K-vitamin-függő véralvadási faktorok bioszintézisében.**

Definiálja a vérleplenyt, ismertesse a retrakció mechanizmusát. Definiálja a vérsavó (szérum) fogalmát, hasonlítsa össze a vérplazmával.

Hasonlítsa össze a prothrombinidőt és az alvadási időt.

Definiálja az INR-t, kiszámításának módját és jelentőségét.

Normálértékek: **prothrombinidő: 18-20 s, INR: 0,8-1,2, alvadási idő (Lee-White-módszer): 5-8 perc, fibrinogén: 3 g/l**

### **16. A fibrinolysis. A véralvadás gátlása in vitro és in vivo**

**Ismertesse a plazminrendszer aktivációját és szabályozását.**

**Ismertesse a thrombomodulin/protein C/protein S és a heparin/antithrombin rendszereket és szabályozásukat.**

**Soroljon fel csak in vitro felhasználható véralvadásgátló anyagokat (EDTA, citrát), ismertesse a hatásmechanizmusukat.**

**Soroljon fel in vivo alkalmazható véralvadásgátló és fibrinolyticus anyagokat, gyógyszereket, és ismertesse hatásmechanizmusukat** (ciklooxigenáz-gátló szerek, heparin, K-vitamin-antagonisták, plasminogen-aktivátorok).

### **17. Neurotranszmisszió**

Jellemezze az elektromos szinapszisokat, illetve az azokban található réskapcsolatok (gap junction) felépítését és működését. **Hasonlítsa össze az ingerületátvitelt elektromos és kémiai szinapszis esetében** (információtovábbítás iránya, sebessége).

**Írja le a kémiai neurotranszmisszió időben egymást követő folyamatait (a praesynapticus membrán depolarizációjától a postsynapticus membránon keletkező gradált válasz (postszinaptikus potenciál, PSP) kialakulásáig). Írja le az alábbi lokális potenciálok ionális hátterét: excitatoros postsynapticus potenciál (EPSP), inhibitoros postsynapticus potenciál (IPSP), véglemezopotenciál (EPP) és receptorpotenciál.**

Írja le a postsynapticus potenciálok (EPSP és IPSP) időbeli és térbeli szummációját és szerepüket az akciós potenciál keletkezésében.

**Írja le a klasszikus neurotranszmitterek jellemzőit.**

Csoportosítsa a klasszikus és nem klasszikus neurotranszmittereket kémiai felépítésük alapján: 1. **acetil-kolin**, 2. aminosavak (**glutamát, glicin, GABA**), 3. biogén aminok (**dopamin, noradrenalin, adrenalin, hisztamin, szerotonin**), 4. gázok (**NO, CO**), 5. lipidek (endocannabinoidok), 6. peptidek (endorfinok, enkefalinok, dinorfinok, P-anyag, CGRP, VIP).

**Jellemezze a kiemelt neurotranszmittereket keletkezésük, inaktivációs mechanizmusuk és az általuk használt receptorok és jelátviteli utak alapján. Definiálja az ionotrop és metabotrop neurotranszmitter-receptorok fogalmát.**

Az intraneuronális (axonális) transzportfolyamatok szerepe az idegsejtek közötti kommunikáció biztosításában.

Nonsynapticus neurotranszmisszió. Volumentranszmisszió.

Normálértékek: **synapticus késés: 1-1,5 ms.**

### **18. A perifériás idegrendszer: primer szenzoros neuronok**

**Rajzoljon le egy primer szenzoros neuront; nevezze meg és jellemezze a következő részeit:**

perifériás nyúlvány, centrális nyúlvány, sejttest. Lokalizálja anatómiailag a primer szenzoros neuronok sejttestjeit (spinális idegek hátsó gyökei és az agyidegek érződúcái).

A fenti ábrán jelölje be a receptorpotenciál és az akciós potenciál keletkezésének és a transzmitter felszabadulásának legvalószínűbb helyét az érző neuronon.

**Definiálja a receptor érzékenységét (aktivációs küszöb), a receptor specificitását (modalitás) és a receptív mezőt.**

**Csoportosítsa a szomatoszenzoros receptorokat a szenzoros inger eredete (extero-, intero-, propioceptorok) és modalitásuk alapján (mechano-, thermo, uni- és polimodális nociceptorok).**

**Írja le a mechanoreceptorok, thermoreceptorok és nociceptorok által közvetített szenzoros jelátvitel és az akciós potenciál kialakulásának lépéseit.** Sorolja fel a primer szenzoros neuronokból felszabaduló fontosabb neurotranszmittereket.

Definiálja a lassan és gyorsan adaptálódó receptorokat.

Határozza meg, hogyan befolyásolja az egy perifériás idegen belül futó különböző szenzoros axonok vezetési sebességét az axonok átmérője és myelinizációja.

**Csoportosítsa az érző idegrostokat a Lloyd-Hunt (Ia, Ib, II, III és IV)-, illetve az Erlanger-Gasser-klasszifikáció szerint ( $A\alpha$ ,  $A\beta$ ,  $A\delta$ , és C).**

**Definiálja a szekunder érzősejt fogalmát, valamint kapcsolatát a primer szenzoros neuronnal. Írjon legalább egy példát.**

### **19. A perifériás idegrendszer: parasympathicus idegrendszer**

**Jellemezze a parasympathicus idegrendszer anatómiai felépítését: a praeganglionaris neuronok sejttestjeinek és axonjainak lokalizációja, ganglionsejtek és axonjainak lokalizációja.**

**Rendszerezze a perifériás idegekben elhelyezkedő vegetatív axonokat az Erlanger-Gasser-klasszifikáció szerint (B és C rostok).**

**Jellemezze a praeganglionaris rost és a vegetatív ganglionsejt közötti szinapszist. Definiálja a vegetatív alapfonatot. Írja le a postganglionaris rostok varicositasainak felépítését és funkcióját. Magyarázza el az acetil-kolin szintézisét, felszabadulását, az effektor szervek receptorain kifejtett hatásmechanizmusát és eliminációját. Soroljon példákat cholinerg receptorok által mediált parasympathicus hatásokra.**

**Említsen további, a parasympathicus idegekből felszabaduló neurotranszmittereket és általuk mediált hatásokat.**

**Definiálja a vegetatív tónus fogalmát.**

## 20. A perifériás idegrendszer: sympathicus idegrendszer, mellékvesevelő

**Jellemezze a sympathicus idegrendszer anatómiai felépítését: praeganglionaris neuronok sejttestjeinek és axonjainak lokalizációja, ganglionsejtek és axonjainak lokalizációja.**

**Sympathicus adrenerg rendszer: magyarázza el a noradrenalin, illetve adrenalin bioszintézisét, a noradrenalin felszabadulását és eliminációját.**

**Sorolja fel az effektor szerveken található adrenerg receptorokat, és a hozzájuk kapcsolódó szignáltranszdukciós útvonalakat. Soroljon fel példákat az egyes receptorok által létrehozott szervi hatásokra.**

**Jellemezze a mellékvesevelő anatómiai felépítését és hormonelválasztásának szabályozását.**

Ismertesse a catecholaminok transzportját a keringésben, és a szervezetből történő kiválasztásukat, lebontásukat.

**Sympathicus cholinerg, és non-adrenerg–non-cholinerg sympathicus hatások.**

## 21. A perifériás idegrendszer: motoneuronok, neuromuscularis junctio

**Rajzoljon le sematikusan egy motoneuront, és jelölje meg a következő részeit: dendrit, axon, axondomb, sejttest. Lokalizálja anatómiailag a sejttesteket (gerincvelő mellső szarva, agyidegek motoros magvai), illetve sorolja be a perifériás idegekben elhelyezkedő motoneuron-axonokat az Erlanger-Gasser-klasszifikáció szerint (A $\alpha$  és A $\gamma$  rostok).**

A fenti ábrán jelölje be az IPSP, EPSP és az akciós potenciál keletkezésének, valamint a transzmitter felszabadulásának helyét.

**Rajzolja le a vázizom neuromuscularis junctióját, és jelölje a rajzon a neuromuscularis transzmisszió lépéseit sorrendben.**

Jellemezze a véglemezpotenciál (EPP) és a vázizom akciós potenciálja közötti különbséget.

Sorolja fel a neuromuscularis junctio működésének gátlószereit (kuráre, szukcinil-kolin, botulinustoxin), hatásuk pontos helyét és mechanizmusát.

**Határozza meg a motoros egység fogalmát, beszéljen a motoros egységek besorozási sorrendjéről („motor recruitment”) különböző erejű izommunka során.**

## 22. A vázizom működése: struktúra, elektromechanikus kapcsolat, az izomkontrakció biokémiája

Nevezze meg a vázizom részeit különböző anatómiai szinteken, a teljes izomrosttól a sarcomer molekuláris szerkezetéig haladva.

Jellemezze a vastag és vékony filamentumokat, sorolja fel fehérje-összetevőiket. Rajzoljon le egy miozinmolekulát, és jelölje be az alegységeit (nehézlánc, könnyűlánc), ismertesse a funkciójukat.

**Sorolja fel a vázizomban az elektromechanikai kapcsolat lépéseit, ismertesse a sarcolemma, a T-tubulusok, a sarcoplasmás reticulum, a vékony filamentumok és a Ca<sup>2+</sup>-ion szerepét.**

**Ismertesse a keresztkötés-ciklusok kémiai és mechanikai lépéseit, magyarázza el, hogyan vezet ez izomösszehúzódáshoz. Ismertesse a relaxáció mechanizmusát.**

Foglalja össze az ATP szerepét a vázizom kontrakciójában és relaxációjában. Mi az oka a hullamerevség (rigor mortis) kialakulásának?

## 23. A vázizom működése: az izomműködés mechanikája és energetikája

**Definiálja és hasonlítsa össze az izometriás, izotóniás és auxotóniás kontrakciót.**

Magyarázza el az előterhelés, az utóterhelés és a teljes terhelés közötti kapcsolatot izotóniás kontrakció során.

**Rajzolja le a vázizom hossz-feszülés diagramját; ismertesse az aktív, passzív és teljes feszülést, és azok molekuláris eredetét: a sarcomer hossza és a hossz–aktív feszülés diagram alakja közötti összefüggést.**

Magyarázza el a hossz-feszülés és a feszülés-gyorsaság közötti összefüggést vázizomban.



**Jellemezze a rángás és a tetanusz közötti különbséget vázizomban. Magyarázza el, hogy a rángásnak miért kisebb az amplitúdója. Magyarázza el a kontrakció-szummáció mechanizmusát.** Mondja el, hogyan alakul a rángás tetanusszá az ingerlés frekvenciájának növelésével. **Definiálja az inkomplett és a komplett tetanuszos kontrakció fogalmát.**

Határozza meg a fáradás fogalmát, soroljon fel olyan intracelluláris faktorokat, melyeknek szerepe van a létrejöttében.

Táblázat formájában hasonlítsa össze a három fő vázizomtípus (gyors-anaerob, gyors-oxidatív és lassú-oxidatív) szerkezetét, energetikáját és működését.

Ismertesse a működő izom energiaforrásait, és rangsorolja azokat aszerint, hogy milyen gyorsan és mennyi ATP-t biztosítanak az izomkontrakció során; térjen ki az izomtípusok közötti különbségekre.

## **24. A simaizmok működése**

**Definiálja és hasonlítsa össze az egy- és többegységes simaizmot.**

Vázolja a simaizom kontrakciójában és relaxációjában részt vevő intracelluláris folyamatokat.

Magyarázza el a különbséget az elektromechanikai és a farmakomechanikai kapcsolat között.

Hasonlítsa össze az aktin-miozin-kapcsolatok szabályozását sima- és vázizomban; térjen ki a szerkezeti hasonlóságokra.

**Ismertesse a  $Ca^{2+}$  lehetséges forrásait, mozgását és szerepét a kontrakció és relaxáció során a simaizomban.**

Magyarázza el a simaizom myofilamentumának  $Ca^{2+}$ -szenzitizációját és -deszenzitizációját.

Magyarázza el, hogy a simaizom hogyan képes a harántcsíkolt izomhoz képest sokkal kevesebb ATP felhasználásával erőt kifejteni és fenntartani.

Magyarázza el a különbséget a simaizom kontrakciót követő relaxációja és a stresszrelaxáció között.

## **25. Légzésmechanika 1: A tüdő és a mellkas statikus mechanikája.**

**Rajzoljon fel egy normális spirogramot, megjelölve rajta a különböző statikus tüdőtérfogatokat.**

**Adja meg, hogy a különböző tüdőkapacitások mely térfogatokból tevődnek össze. Jelölje meg, mely tüdőtérfogatokat, illetve -kapacitásokat nem lehet spirometriával közvetlenül megmérni.**

Rajzolja fel a tüdő statikus transpulmonalis nyomás-tüdőtérfogat görbét, a tüdőt a reziduális volumentől a teljes tüdőkapacitásig feltöltve és leengedve.

**Definiálja a tüdő compliance-ét** és mondjon két példát, ahol a tüdő compliance-értéke a normálisnál alacsonyabb és magasabb.

Rajzolja fel a tüdő, a mellkas és a légzőrendszer (tüdő+mellkas együttese) transmuralis nyomás-térfogat (compliance)- görbét ugyanazon a tengelyen. Mutassa meg és magyarázza el a nyugalmi pontok jelentőségét ezen a görbén.

Definiálja azokat a tényezőket, melyek a teljes tüdőkapacitást, a funkcionális reziduális kapacitást és a reziduális volumet meghatározzák.

Írja le azokat az erőket, melyek a negatív intrapleurális nyomást létrehozzák (a tüdő collapsus-, illetve a mellkas tágulási tendenciája), és magyarázza el, mi történik, ha a pleuraúrbe levegő kerül (pneumothorax).

**Definiálja a felületi feszültséget és írja le hatását a tüdő mechanikájára**, beleértve az alveolusok nagyságára gyakorolt hatást és a surfactant szerepét. Definiálja az atelectasiát és a surfactant szerepét ennek megelőzésében. Mit jelent az alveolusok interdependenciája?

**Írja le a surfactant forrását, összetevőit, termelődésének szabályozását.**

Normálértékek: statikus tüdőtérfogatok és -kapacitások férfi/nő (ml): **TV: 500/500**, IRV: 3100/1900, ERV: 1200/800, **RV: 1200/1000**, **FRC: 2400/1800**, **VC: 4800/3200**, **TLC: 6000/4200**. **Tüdőcompliance: 0,2 l/vízcm, mellkas+tüdő compliance-e 0,1 l/vízcm.**

## 26. Légzésmechanika 2: ventiláció

Vácsolja fel (diagram), hogy miként változik a pleuralis nyomás, az alveolaris nyomás, levegőáramlás, és tüdőterefogat normális nyugodt légzés esetén. Jelölje be az ábrán a belégzés kezdetét, végét és a kilégzés végét. Írja le, hogy az atmoszférás és az intrapulmonális nyomás különbsége miként mozgatja a levegőt a tüdőbe és onnan kifelé.

**Határozza meg a tüdő terefogatváltozással szemben fellépő (dinamikus) ellenállásának tényezőit** (légúti ellenállás és viscosus szöveti ellenállás). Határozza meg a bronchusfát alkotó légutak egyedi tágasságának, a párhuzamosan kapcsolt légutak összkeresztmetszetének és a turbulens, illetve laminaris légáramlás kialakulásának helye alapján, hogy miért a felső légutak és a nagy bronchusok vesznek részt elsősorban a légúti ellenállás kialakításában.

**Definiálja és magyarázza el a következő fogalmakat: anatómiai és élettani holtter, légzésfrekvencia, teljes légzési perctérfogat, holtterventiláció és alveolaris perctérfogat.**

Magyarázza el, hogyan lehet megmérni az élettani holtteret.

**Rajzoljon spirogramot az erőltetett kilégzésről.** Jelölje meg az erőltetett vitálkapacitást (FVC), az időzített kilégzési terfogatot (FEV) és a maximális kilégzési áramlási rátát a FVC 25-75%-a között (FEF<sub>25-75</sub>). **Definiálja a FEV<sub>1</sub> fogalmát! Definiálja a Tiffeneau-index (FEV<sub>1</sub>/VC) fogalmát.**

Normálértékek: intrapleurális nyomás be-/kilégzés végén: -8/-5 vízcmm, intraalveolaris nyomás be-/kilégzési áramlás csúcsán: -1/+1 vízcmm, légáramlás be-/kilégzési áramlás csúcsán: -0,5/0,5 l/s, maximális kilégzési nyomás: 100 vízcmm, PEF: 10 l/s, **Tiffeneau-index (FEV<sub>1</sub>/VC): 75-80%, anatómiai holtter: 150 ml, légzésfrekvencia: 14 légvétel/perc, légzési perctérfogat: 7 l/perc, alveolaris perctérfogat: 5 l/perc.**

## 27. Pulmonalis gázcsere

**Definiálja a gázok parciális nyomásának fogalmát.**

**Mi a parciális nyomása az oxigénnek és a szén-dioxidnak a belégtett ill. az alveolaris levegőben, az artériás és a kevert vénás vérben?**

Nevezze meg az alveolaris gáz és a kapillárisvér közti diffúziót befolyásoló tényezőket: alkalmazza a Fick-törvényt, és definiálja a diffúzió, illetve a perfúzió által limitált gáztranszport fogalmát.

Definiálja a diffúziós kapacitás fogalmát.

Adja meg a ventilációs egyenleteket ( $P_{A_{O_2}} = P_{i_{O_2}} - V_{O_2}/V_A * 863$  Hgmm;  $P_{A_{CO_2}} = V_{CO_2}/V_A * 863$  Hgmm), és ezek alapján határozza meg az alveoláris/artériás  $p_{O_2}$ -t és  $p_{CO_2}$ -t meghatározó tényezőket (belégtett levegő oxigénkoncentrációja, oxigénfelhasználás, alveoláris ventiláció ill. szén-dioxid termelés és alveoláris ventiláció). Definiálja a következőket: hypoventilatio, hyperventilatio.

Írja le az oxigénszállítás dinamikáját az alveolusból a kapillárisba, definiálja a kapilláris rezervidőt (a vörösvérsejtek kapilláris tranzitidejének azon része, ahol már nem történik további diffúzió).

Határozza meg egészséges tüdőben a V/Q értékét, és magyarázza el, miképp befolyásolja a V/Q arányt a ventiláció és perfúzió vertikális eloszlása.

Normálértékek: **légzési gázok parciális nyomásértékei (Hgmm): belégtett levegő / alveolaris levegő / artériás vér / vénás vér:  $p_{O_2}$ : 149/100-104/95-98/40,  $p_{CO_2}$ : 0,3/40/40/46;** víz parciális nyomása az alveolaris levegőben: 47 Hgmm; **ventilációs-perfúziós hányados (V/Q): 0,9-1,1.**

## 28. A vér oxigénszállítása

Vácsolja fel a hemoglobin kémiai szerkezetét. Írja le a speciális/kóros hemoglobinformákat (HbF, methemoglobin, karboxi-hemoglobin) és ezek funkcionális jellemzőit.

**Rajzolja fel a hemoglobin oxigéndisszociációs görbét. Magyarázza el az összefüggést a  $p_{O_2}$ , a hemoglobin-szaturáció és a vér oxigéntartalma között. Magyarázza el a  $P_{50}$  fogalmát és adja meg normálértékét.**

Hasonlítsa össze a hemoglobin által szállított  $O_2$  és a fizikailag oldott állapotban szállított  $O_2$  mennyiségét. **Adja meg a hemoglobin oxigénkötő képességét (Hüfner-szám).**

**Írja le, miként befolyásolja az oxihemoglobin disszociációs görbáját a hőmérséklet, a  $pCO_2$  (Bohr-hatás), a pH és a 2,3-DPG koncentrációja, és magyarázza el ennek élettani következményeit.**

Soroljon fel öt okot, amely hypoxiát okoz. Hypoxiák fajtái: 1. hypoxiás hypoxia (alacsony belégzett levegő- $pO_2$ , alveolaris hypoventilatio, zavart diffúzió az alveolokapilláris membránon át), 2. szállítási hypoxia (anaemia, methemoglobinaemia, szén-monoxid-mérgezés), 3. ischaemiás hypoxia (alacsony keringési perctérfogat, érocclusio), 4. hystotoxicus hypoxia (sejtmérgek).

**Cyanosis fogalma** (deoxi-hemoglobin > 50 g/l).

Magyarázza el, miképp hat az oxihemoglobin disszociációs görbéjének alakjára, a  $paO_2$ -re és az  $SaO_2$ -re az anaemia és a szén-monoxid-mérgezés.

Normálértékek: **HbA  $P_{50}$ : 26 Hgmm; artériás/kevert vénás vér oxigénszaturációja: 97-98/75%;**

**Hüfner-szám: 1,34 ml/g; az artériás/vénás vér oxigénkoncentrációja: 200/150 ml/l; arteriovenosus oxigénkülönbség (AVDO<sub>2</sub>): 50 ml/l; nyugalmi oxigénfelvétel: 250-280 ml/perc.**

### 29. A vér szén-dioxid szállítása

**Ismertesse a  $CO_2$  szállítási lehetőségeit a vérben és ezek százalékos arányát: 1. fizikailag oldott, 2. kémiailag bikarbonát formájában oldott és 3. karbaminokötésekkel hemoglobinhoz kötött szállítás.**

**Nevezze meg a vér  $CO_2$ -szállításához kritikus enzimet, írja le, hol található.**

**Magyarázza el a kloridshift (Hamburger-shift) jelentőségét a vér  $CO_2$ -szállításában.**

**Adja meg a bikarbonát koncentrációját és a pH értékét artériás és kevert vénás vérben.**

**Ismertesse a hemoglobin oxigénleadásának a  $CO_2$  oldódására gyakorolt hatását (Haldane-effektus).**

Normálértékek: **az artériás/vénás vér szén-dioxid-koncentrációja: 480/520 ml/l; artériás/vénás vér bikarbonát-koncentrációja: 24/27 mmol/l; arteriovenózus szén-dioxid-különbség (AVDCO<sub>2</sub>): -40 ml/l; nyugalmi szén-dioxid-termelés: 210 ml/perc.**

### 30. A légzés ritmogenezise, a tüdőből kiinduló légzésszabályozó reflexek

Ismertesse a nyugodt, valamint az erőltetett légzésben résztvevő izmokat, az izomzatot működtető motoneuronok lokalizációját (C3-5, Th1-11). Ismertesse a motoneuronok aktivitásának fázisait a légzési ciklus során (inspiratorikus, posztinspiratorikus, expiratorikus).

**Írja le az agytörzs azon területeit, amelyek részt vesznek a légzés ritmogenezisében és szabályozásában:** DRG, VRG, pre-Bötzinger-komplex és jelentősége, PRG (nucl. parabrachialis med., Kölliker-Fuse-mag).

Nevezzen meg és jellemezzen három, pulmonalis receptorokból kiinduló reflexet, amelyek a légzési térfogatot és a frekvenciát szabályozzák. Írja le a reflexíveket. (1. **Hering-Breuer-reflex**, 2.

irritánsreceptorokból kiinduló reflexek, 3. J-receptorokból kiinduló kemoreflex)

Definiálja a következőket: eupnoe, hypopnoe, hyperpnoe, dyspnoe.

**Definiálja a következő légzéstípusokat: Kussmaul-légzés, Cheyne-Stokes-légzés, apnoesia, gasping.**

### 31. A légzés kémiai szabályozása

**Sorolja fel a vér  $pO_2$ -jét,  $pCO_2$ -jét és pH-ját érzékelő receptorok elhelyezkedését,** és írja le jelentőségüket a vérgázok változásának detektálásában.

**A perifériás kemoreceptorok felépítése és működése.**

**A centrális kemoreceptorok működése.**

Írja le, miképp változtatják meg az alveolaris ventilációt a  $pO_2$  és  $pCO_2$  változásai, beleértve azt is, amikor egyszerre változnak. Mikor következik be szén-dioxid-narkózis?

Írja le, hogy a centrális kemoreceptorok adaptációját követően mi a légzés hajtóereje, és magyarázza el, mi történik, ha ez a beteg oxigént kap.

Írja le az alveoláris légzés változását 1. nagy magasságba utazáskor azonnal, 2. két hét akklimatizálódás után és 3. a tengerszintre való visszatérés után azonnal.

Írja le a ventiláció feed forward alapú szabályozásának fontosságát sport alatt, és a sport hatását a kevert vénás vér  $pCO_2$ -,  $pO_2$ - és pH-értékére.

Normálértékek: maximális oxigénfelvétel: 4000 ml/perc, maximális szén-dioxid-termelés: 3200-4000 ml/perc, maximális akaratlagos légzés (maximal voluntary ventilation, MVV): 100-200 l/perc.

### 32. A légutak biológiája, a tüdő metabolikus és endokrin funkciói

Az orrkagylók működése. Tüsszentési és köhögési reflex jellemzése. **Mucociliaris clearance fogalma.**

A tüdő és a légutak védelme: alveolaris macrophagok, Clara-sejtek, szöveti hízósejtek funkciói.

**A légutak tágasságának és szekréciójának szabályozása. Bronchomotor tónus. Adrenerg hatások.**

Gyulladásos mediátorok (hisztamin, prosztanoidok, leukotriének).

Írja le a vazóaktív anyagok clearance-ét a tüdőn való áthaladás révén. Mondjon példát olyan anyagokra, amelyekről a tüdőn áthaladó vér csaknem teljesen „megtisztul” (lokális mediátorok: leukotriének, prosztaglandinok, bradykinin, VIP, endothelin, szerotonin), és olyanokra is, amelyekről gyakorlatilag nem (a vazóaktív hormonok: pl. adrenalin, vazopresszin).

A pulmonalis vascularis endothelium szerepe az angiotensin II képződésében (ACE-expresszió).

### 33. Hemodinamika: biofizikai alapjelenségek

**Határozza meg az áramlás és az áramlási sebesség fogalmát és mértékegységét.** Adja meg az áramlás, az áramlási sebesség és a csőkeresztmetszet közötti összefüggést.

Milyen faktorok határozzák meg az áramló vér összenergiáját (Bernoulli-törvény)?

**Ismertesse a nyomásfő (nyomásgradiens), az áramlás és a hidraulikus ellenállás közötti összefüggést (keringési Ohm-törvény), és tudjon két érték ismeretében harmadikat kiszámítani.**

**Írja le az egymással sorosan kapcsolt nagy és kis vérkört,** és írja fel a keringési Ohm-törvényt a nagy és a kis vérkörre.

**A Hagen–Poiseuille-törvény alapján sorolja fel a hidraulikus ellenállás meghatározó tényezőit.**

Teljesülnek-e tételelesen a törvény alkalmazásának feltételei a keringési rendszerre?

Ismertesse a lamináris és a turbulens áramlás fogalmát. Ismertesse a turbulencia kialakulásának elősegítő tényezőit. Reynolds-szám. A turbulens áramlás kapcsolata a keringési rendszerben tapasztalható hallgatósági hangokkal és zörejekkel.

### 34. Hemoreológia

Shear stress (nyírófeszültség), shear rate (nyírási sebesség), viszkozitás fogalma és mértékegysége.

Newton viszkozitástörvénye, **newtoni folyadék fogalma.**

A vér anomális viszkozitása: **mely faktorok befolyásolják a vér viszkozitását?** (hematokrit, nyírási sebesség, és a Fåhræus–Lindqvist effektus).

Ismertesse a nyírási sebesség növekedésével kapcsolatos viszkozitáscsökkenés mechanizmusait (vörösvérsejt-aggregátumok diszperziója, vörösvérsejtek áramlási adaptációja)

Ismertesse a vörösvérsejtek aggregációjának (pénztekercsképződésének) a plazmafehérjék összetételével kapcsolatos összefüggését. Áramlási adaptáció: tengelyáramlás, orientáció, alakváltozás jelenségei.

Hogyan változik a vér viszkozitása a mikrocirkuláció ereiben? A Fåhræus–Lindqvist-effektus jelensége és mechanizmusai

### 35. A szívizom strukturális és funkcionális sajátosságai, a szívizom kontrakciós erejének befolyásolása

Hasonlítsa össze a szívizomrostot a vázizomrosttal a következő szempontok szerint: rostméret, a rostok egymáshoz kapcsolódása, myofilamentumok elrendeződése. **Jellemezze a réskapcsolatok jelentőségét a szívizomzat „funkcionális syncytium” jellegének a kialakításában.**

**Hasonlítsa össze a szívizomrostot a vázizomrosttal az akciós potenciál és a refrakter periódus időtartama szempontjából. Rajzolja fel a kétfajta izomrost akciós potenciáljának és rángáshosszának időbeni összefüggését. Az ábra alapján magyarázza el, miért nem hozható tartós kontrakcióba (nem „tetanizálható”) a szívizom?**

**Ismertesse az elektromechanikus csatolás és az azt követő izomrelaxáció lépéseit a szívizomban. Azonosítsa az intracelluláris  $Ca^{2+}$ -koncentráció emelkedéséhez hozzájáruló  $Ca^{2+}$ -forrásokat, illetve határozza meg a  $Ca^{2+}$  szerepét a kontrakció erejének szabályozásában.**

**Hogyan fokozza a kontrakció erejét (pozitív inotrop hatás) az adrenerg receptorok ingerlése, a rosthosszúság növelése (heterometriás szabályozás), a  $Na^+K^+$ -ATP-áz részleges gátlása, illetve az extracelluláris  $Ca^{2+}$ -koncentráció emelkedése a szívizomban?**

Mit jelent az adrenerg receptorok ingerlésével létrehozott pozitív lusitrop hatás?

### **36. A mechanikai szívciklus. A jugularis pulzus**

**Rajzolja fel a bal pitvari, a bal kamrai és az aortabéli nyomásváltozásokat, a bal kamra térfogatváltozásait, valamint a billentyűk helyzetét a mechanikai szívciklus során az idő függvényében, majd az ábrán jelölje be és nevezze meg a szívciklus egyes szakaszait.**

**Definiálja a pulzustérfogat, a perctérfogat, a szívindex és az ejekciós frakció fogalmát, és adja meg az egészséges felnőttre jellemző normálértékeket.**

**Nevezze meg a szívhangok kialakulásának okát, és adja meg az első és a második szívhang keletkezésének helyét és idejét.**

Ismertesse a szív szívó-nyomó pumpa jellegét, a bázis-sík mechanizmust.

Ismertesse a pitvari nyomásváltozásokat a mechanikai szívciklus során, illetve hogy a jobb pitvari nyomásingadozások milyen körülmények között hoznak létre megfigyelhető jugularis pulzust.

**Normálértékek: systole/diastole hossza 270/530 ms (75 1/perc szívfrekvenciánál); bal kamra nyomása (systole/diastole): 120/6-8 Hgmm, jobb kamra nyomása (systole/diastole): 24/0-2 Hgmm; bal pitvari nyomás: 6-8 Hgmm; jobb pitvari nyomás: 0-2 Hgmm, szívfrekvencia nyugalomban/maximális munkavégzéskor: 70-180 ütés/perc; pulzustérfogat nyugalomban/maximális munkavégzéskor 70-80/125 ml; bal kamra végdiastolés térfogata 110-160 ml; bal kamra végsystolés térfogata 40-80 ml; bal kamra ejekciós frakció: 0,5-0,7; keringési perctérfogat nyugalomban/maximális munkavégzéskor 5,5-24 l/perc; szívindex 3,2 l/perc/m<sup>2</sup>**

### **37. Preload és afterload, a Frank–Starling-szívtörvény**

Ábrázolja és hasonlítsa össze egyetlen szívizomrost passzív és aktív hossz-feszülés diagramját az intakt kamra térfogat-nyomás diagramjával. Korreláltassa a rosthossz-feszülés-kontrakciós sebesség fogalmakat a végdiastolés, illetve végsystolés térfogat-, illetve nyomásértékekkel, valamint a  $dP/dt$  fogalmakkal. Rajzolja be a nyomás-térfogat diagramba a kamrafunkciós görbét.

**Definiálja a preload (előterhelés) fogalmát** (a kamrafal maximális feszülése a szisztolé ELŐTT). Miért alkalmas a végdiastolés kamrai nyomás, a pitvari nyomás, illetve a centrális vénás nyomás a preload becslésére, és miért a kamrai nyomás a legmegbízhatóbb?

**Definiálja az afterload (utóterhelés) fogalmát** (a kamrafal maximális feszülése a szisztolé ALATT).

Miért alkalmas a systolés artériás nyomás az afterload becslésére?

Írja le a Starling-féle szív-tüdő preparátumot, majd ennek segítségével mutassa be a denervált szív alkalmazkodását a preload, illetve az afterload változásaihoz. **Fogalmazza meg a Frank-Starling szívtörvényt.**

Mi a jelentősége a Frank–Starling-szívtörvénynek a bal és a jobb kamrai perctérfogat egymáshoz viszonyított állandóságának biztosításában?

### 38. A szívizom celluláris elektrofiziológiája

**Rajzolja fel egy kamrai munkaizomrost és egy pacemaker sejt tipikus gyors, illetve lassú akciós potenciálját, ügyelve mind az idő-, mind a potenciáltengelyeken az értékek helyes megadására. Magyarázza el, milyen ionáramok és ioncsatornák felelősek az akciós potenciál egyes fázisaiért. Hogyan lehet magyarázni az ioncsatornák eltérő populációinak jelenlétével a két akciós potenciál lefutása közötti különbségeket?**

Mi a hosszú platófázis kialakulásának mechanizmusa, és mi ennek funkcionális jelentősége?

**Ismertesse a pacemaker sejtekben létrejövő spontán diastolés depolarizáció (pacemaker potenciál) kialakulásának ionális mechanizmusait.**

**Ismertesse a sinuscsomótól kiindulva a szív ingerképző és -vezető rendszerének működését. Mi a hiperkalaemia hatása a szív ingerelhetőségére?**

**Miért az AV-csomó/His-köteg az egyetlen fiziológiás összeköttetés a pitvari és kamrai syncytium között? Mi a funkcionális jelentősége a lassú vezetési sebességnek az AV-csomóban?**

**Hasonlítsa össze a sympathicus és a parasympathicus vegetatív beidegzés hatását a szívizom ingerképző és ingerületvezető rendszerére. Definiálja a pozitív, illetve negatív chronotrop és dromotrop hatás jelentését, jellemezze a hatás kialakulásának sejt szintű mechanizmusait a sinus- és az AV-csomó területén.**

**Normálértékek: szívizom akciós potenciáljának hossza: 200-300 ms. Sinuscsomó intrinsic pacemaker frekvenciája: 100 AP/perc, ingerületvezetés sebessége az AV-csomóban 0,02-0,05 m/s, a Purkinje-rostokban 2-4 m/s**

### 39. Elektrokardiográfia, a szív működés egyéb vizsgálómódszerei

Határozza meg az elektromos dipólus és a dipólusvektor fogalmát. Az EKG keletkezésének alapjai.

**Ismertesse a bipoláris és unipoláris EKG-elvezetéseket úgy, hogy megadja az egyes elektródok pontos elhelyezését és polaritását.**

**Ismertessen egy típusos II. elvezetéssel nyert EKG-regisztrátumot. Nevezze meg valamennyi hullámot, szegmentumot és intervallumot, adja meg időtartamaik normálértékeit és feleltesse meg őket a szív egyes elektromos állapotainak.**

Határozza meg a szív elektromos főtengelyét a standard végtagi elvezetések QRS-komplexumainak segítségével, és adja meg a normális tartományt.

Szívkatéterezés.

Echokardiográfia és más képalkotó vizsgálatok.

**Normálértékek: standard EKG-rögzítési papírsebesség 25 mm/s (1mm = 40 ms), standard amplitúdó: 1 cm = 1 mV; P-hullám: <100 ms, PQ-intervallum: 120-200 ms, QRS-komplexum: 80 ms (<100 ms); QT-intervallum: 320-390 ms; normális elektromos főtengelyállás: 30-60°**

### 40. A szív munkavégzése, anyagcseréje és a koszorúsérkeringés

Írja le a szívizom külső munkavégzését meghatározó tényezőket (térfogat-nyomás munka és kinetikus munka) és az izomműködés hatásfokát. Jellemezze a szívizomrostok energiaigényét fedező szubsztrátokat, és írja le, milyen arányban részesül a szívizom a nyugalmi oxigénfelhasználásból.

**Írja le a koszorúserek véráramlási viszonyait a szív ciklus során. Hasonlítsa össze a jobb és bal kamrai izomzat, valamint a bal kamra subendocardialis, illetve subepicardialis régióinak áramlási viszonyait.**

**Ismertesse az oxigénextrakció és az arteriovenosus oxigénkülönbség értékét a szívizomban, és ennek különleges funkcionális jelentőségét a többi szervvel összehasonlítva.**

Ismertesse a coronariaáramlás és a myocardialis terhelés összefüggését. Jellemezze azokat a humorális mechanizmusokat, amelyek a coronariákat tágítják.

**Magyarázza el, hogy a sympathicus ingerlés hogyan befolyásolja a szív működést és a koszorúerek ellenállását.** Mi a jelentősége a sympathicus ingerlés direkt és indirekt vascularis hatásának, például munkavégzés során?

Normálértékek: **coronariaátáramlás nyugalomban: 250 ml/perc, a nyugalmi perctérfogat 4-5%-a; szív AVDO<sub>2</sub>-értéke: 114 ml/l (a test átlagának több mint duplája).**

#### 41. Az egyes érszakaszok hemodinamikai jellemzése

Transmurális nyomás fogalma.

**Ismertesse a vascularis compliance fogalmát, kiszámításának képletét** ( $C = \Delta V / \Delta P$ ). Melyik két fő tényező határozza meg a compliance értékét? (a fal tágulékonysága és a kezdeti értérfogat nagysága) Jellemezze az egyes érszakaszokat vascularis compliance szempontjából.

A kritikus záródási nyomás fogalma.

Ismertesse a transmuralis nyomás, az ér sugara és az érfal feszülése közötti összefüggést: a Laplace-törvényt. Hol a legvalószínűbb az érfal szakadása e törvény alapján?

Ismertesse a hidraulikus rezisztencia és konduktancia fogalmát. Ismertesse a sorosan, valamint a párhuzamosan kapcsolt érszakaszok ellenállásának hatását az eredő vascularis ellenállásra.

**Jellemezze az artériák, arteriolák, kapillárisok, venulák és vénák hozzájárulását a vascularis ellenálláshoz, valamint a vérnyomás, az összkeresztmetszet, a véráramlás sebesség, és a vérvolumen alakulását az egyes érszakaszokon.**

Normálértékek: **perfúziós nyomás a nagy / kis vérkörben: 92/6 Hgmm**, teljes perifériás ellenállás (nyugalomban): 16,5 Hgmm × perc/l, pulmonalis vascularis ellenállás: 1,5 Hgmm × perc/l; nyomásesés a szisztémás rezisztenciaereken: 60 Hgmm, véráramlás átlagos sebessége az aortában: 22,5 cm/s, a kapillárisokban: 0,03 cm/s, aorta keresztmetszete 4 cm<sup>2</sup>, kapillárisok összkeresztmetszete: 3000 cm<sup>2</sup>.

#### 42. Az artériás rendszer működése

Írja le az artériás vérnyomás mérésének invazív (katéter + transzducer) és neminvazív (sphygmomanometria) módszerét. Az aorta vérnyomásgörbéjének bemutatása. Adja meg az artériás systolés, diastolés, közép- és pulzusnyomás fogalmát, és egészséges felnőttre jellemző normálértékeit.

**Ismertesse az aorta szélkazanfunkcióját.**

Mutassa be a) a pulzustérfogat, b) az artériás compliance, c) a teljes perifériás ellenállás változásának hatásait az artériás systolés-, diastolés-, közép- és pulzusnyomás értékére.

Az artériás nyomáspulzus terjedése, a nyomáshullám alakjának változása terjedés során. Áramlási pulzus.

**Tapintással észlelhető artériás pulzusqualitások.**

Normálértékek: **artériás systolés/diastolés/középnomás: 120/80/93 Hgmm; pulzusnyomás: 40 Hgmm**

#### 43. A mikrocirkuláció: kapilláris anyagcserélődés

Ismertesse a mikrocirkuláció elemeit: (arteriolák, metarteriolák, prekapilláris szfinkterek, kapillárisok, venulák)

### **Ismertesse a kapillárisok típusait: folyamatos, fenesztrált, megszakított és barrier jellegű endothelium.**

Ismertesse a kapillárisfalon történő folyadék- és oldottanyag-diffúziót Fick törvényének segítségével. Hasonlítsa össze a kapillárisok kis molekulatömegű oldott anyagokkal, illetve fehérjékkel szembeni permeabilitását a reflexiós koefficiensük alapján ( $\sigma$ ).

Definiálja az ozmotikus, az onkotikus (kolloidozmotikus) és a hidrosztatikus nyomás fogalmát, és adja meg a Starling-erők normál értékeit a kapilláris vérben és az interstitiumban

### **Írja fel a Starling-féle egyenletet, és részletezze, hogy az egyes komponensek hogyan befolyásolják a transcapillaris folyadéktranszportot.**

A Starling-féle egyenlet alapján legfőképp mi védi a pulmonalis keringést az ödéma kialakulásától?

Normálértékek: kapilláris átlagos hidrosztatikai (vér)nyomás: 17,3 Hgmm, interstitium hidrosztatikai nyomása: -3 Hgmm, **plazma kolloidozmotikus nyomása: 28 Hgmm**, interstitium kolloidozmotikus nyomása: 8 Hgmm; pulmonalis kapillárisok hidrosztatikai nyomása: 10-11 Hgmm

#### **44. A mikrocirkuláció: nyirokkeringés és ödémaképződés**

Jellemezze a nyirokrendszert, hasonlítsa össze a nyirokkapillárisokat a vérerekkel, és magyarázza el, hogyan képesek a nyirokerek nagy molekulák, pl. fehérjék reabszorpciójára. Mi a nyirokrendszer simaizomelemeinek funkciója?

**Jellemezze a nyirokrendszer legfontosabb funkcióit:** filtrált fehérjék és folyadék reabszorpciója a keringésbe, zsírok felszívódása, lymphocytá-„őrjárat” kialakítása.

Rajzolja fel az interstitialis nyomás, térfogat és nyirokáramlás összefüggését! Ismertesse, rendszerint miért NEM alakul ki ödéma a szöveti nyomás emelkedésekor.

**Magyarázza el, miért alakul ki ödéma a) vénás elzáródás, b) nyirokérelzáródás, c) fokozott mikrovascularis permeabilitás, illetve d) malnutritio kapcsán.**

Normálértékek: **nyirokáramlás: 3-4 l/nap.**

#### **45. A vénás keringés jellegzetességei**

Jellemezze a vénákat, hasonlítsa össze őket a hasonló méretű artériákkal az erek számossága és az érfal tágulékonyasága szempontjából. Magyarázza el, hogy miért a vénás rendszer térfogata változik jelentős mértékben a testhelyzet változásával kapcsolatos hidrosztatikai nyomásváltozások kapcsán.

**Jellemezze a vénás keringést elősegítő tényezőket** (szívpumpa: „vis a tergo” és „vis a fronte”, dinamikus izompumpa, légzési pumpa, venoconstrictio). Ismertesse, hogy a vénás billentyűk elégtelensége miért teszi lehetetlenné az izompumpa effektív működését.

**Ismertesse a vénák sympathicus eredetű constrictor beidegzését. Definiálja a venomotor tónust.**

#### **46. A helyi véráramlás szabályozása**

**Ismertesse az áramlási autoreguláció fogalmát.** Jellemezze a rövid távú és hosszú távú autoregulációs válaszokat és folyamatokat.

Ismertesse a miogén tónus hozzájárulását a helyi áramlásszabályozáshoz. Bayliss-effektus.

Ismertesse az endothelből felszabaduló vasoaktív mediátorokat. **Írja le a nitrogén-monoxid képződésének útvonalát, és a nitrogén-monoxid hatásmechanizmusát a vascularis simaizomzaton.**

Ismertesse a véráramlás-szabályozás metabolikus teóriájának alkalmazásával az aktív és a reaktív hyperaemia kialakulásának mechanizmusát. Ismertesse a metabolikus szabályozásban általánosan szerepet játszó anyagok hatását:  $PO_2$ ,  $PCO_2$ , pH, adenozin,  $PGE_2$  és  $K^+$ -ionok.

A postcapillaris venulától kezdve ismertesse az angiogenesis lépéseit és fő kiváltó ingereit. Ismertesse az angiogenesis szerepét a hosszú távú szöveti anyagcsereigény-véráramlás kapcsolat kialakításában.



A gyulladásszerű hyperaemia humorális szabályozása. A hízósejtekből származó hisztamin, a bradikinin és a polimodális primer szenzoros neuronokból felszabaduló neuropeptidok vasoaktív hatásai. **A bőr hármass válasza, axonreflex.**

#### **47. A keringési perctérfogatot meghatározó tényezők, Guyton-diagram**

**Ismertesse a perctérfogat mérésére szolgáló eljárásokat: Fick-elv,** indikátordilúciós és termodilúciós eljárások.

Ábrázolja a cardialis perctérfogatgörbét, és ismertesse, hogyan befolyásolják a görbe lefutását a szív kontraktilitásában beálló változások.

Ismertesse az átlagos keringési töltési nyomás fogalmát, normálértékét, és hogy milyen faktorok befolyásolhatják annak nagyságát.

Definiálja a vénás visszaáramlás fogalmát, valamint a vénás ellenállást és áramlást elméletileg és a gyakorlatban is fontos meghatározó tényezőket.

**Ábrázolja a vascularis funkció görbét. Jelölje, hogy a teljes perifériás ellenállás, a vértérfogat, illetve a vénás compliance változásai hogyan befolyásolják a görbe lefutását.**

Magyarázza el, hogy a cardialis perctérfogatgörbe és a vascularis funkció görbe metszéspontja hogyan jelöli ki a steady state perctérfogat és a centrális vénás nyomás értékeit.

A megrajzolt diagram segítségével magyarázza el a perctérfogat változását vérzés, vegetatív ingerlés és fizikai munkavégzést követően.

Normálértékek: **átlagos keringési töltőnyomás: 7 Hgmm, centrális vénás nyomás: 0-2 Hgmm.**

#### **48. Az artériás vérnyomásszabályozás rövid távú mechanizmusai**

Definiálja az erek nyugalmi, neurogén, bazális és miogén tónusát.

**Ismertesse a sympathicus eredetű vazomotor tónus fogalmát és eredetét, jellemezze a hatás kialakulásáért felelő transzmitterrendszert és receptort.** Mi a sympathicus vazomotor tónus fiziológiai jelentősége? Mondjon példát olyan szervekre, ahol az arteriolákon jelentős, illetve ahol elhanyagolható mértékű a sympathicus tónus.

**Jellemezze a magas nyomású baroreceptor reflexív elemeit:** 1. a carotissinus és az aortaív baroreceptorai és a hozzájuk tartozó afferens idegek aktivitását, 2. a reflex integrációjában szerepet játszó nyúltvelői neuroncsoportok kapcsolatait, 3. a reflex efferenciájában szerepet játszó sympathicus és parasympathicus idegek aktivitását, 4. az effektorokon (szív, arteriolák, vénák) megvalósuló hatásokat.

A baroreceptor reflex jelentősége, működése a testhelyzet változtatásakor (felállás, lefekvés).

A vérnyomás idegi szabályozása vészhelyzetek esetén: 1. vázolja fel az artériás hypoxia, illetve hypercapnia által kiváltott keringési reflexeket, 2. jellemezze a központi idegrendszeri ischaemiás (Cushing-) reflexet.

Normálértékek: felálláskor (orthostasis) a láb vénás vértérfogatának az emelkedése: 500 ml.

#### **49. Az artériás vérnyomás-szabályozás hosszú távú mechanizmusai**

Mi a jelentősége az extracelluláris térfogat és a vértérfogat szabályozásának az artériás vérnyomás-szabályozás szempontjából, a carotisreflexszel összevetve?

Ismertesse a nyomásdiurézis fogalmát és jelentőségét.

Ismertesse az (alacsony nyomású) cardiopulmonalis receptorokat és a belőlük kiinduló neurohumorális reflexeket a centrális vénás nyomás hirtelen csökkenését vagy emelkedését követően: afferensek, központi idegrendszeri integráció (hypothalamus), effektorok (vese).

**Az angiotenzin II, a vazopresszin és az atrialis natriuretikus hormon szintjének hatása az artériás vérnyomásra: direkt vascularis és indirekt renalis mechanizmusok,** a hatások mediálásában részt vevő receptorok és másodlagos hírvivő rendszerek.

## **50. Pulmonalis keringés**

Hasonlítsa össze a pulmonalis és a szisztémás keringést a nyomások, ellenállások és a hypoxiára adott válasz szerint.

**Írja le a pulmonalis keringés regionális sajátosságait álló emberben.** Magyarázza el az I-es, II-es és III-as zónát a pulmonalis vascularis és alveolaris nyomás szempontjából.

Írja le, hogyan változik a pulmonalis vascularis rezisztencia a perctérfogat és a pulmonalis artériás nyomás függvényében, és magyarázza el ezt a disztenzió és a pulmonalis értoborzás jelenségének segítségével.

Írja le, miképp változik a pulmonalis vascularis rezisztencia a tüdőtérfogattal. Magyarázza el a jelenséget az alveolaris és extraalveolaris erek változása segítségével.

**Írja le a tüdőerek hypoxiás vasoconstrictiójának következményeit a tüdőkeringés eloszlására (Euler-Liljestrand reflex).**

Írja le a belégzett nitrogén-monoxid hatásait a tüdőerek rezisztenciájára és a hypoxiás vasoconstrictióra.

Jellemezze a bronchialis keringést.

**Normálértékek: arteria pulmonalis systolés/diastolés/középnymása: 24/9/14, arteria pulmonalis pulzusnyomása: 15 Hgmm, bal pitvari nyomás: 6-8 Hgmm.**

## **51. A vázizom keringése, a fizikai munkavégzés során kialakuló cardiovascularis adaptáció** **Jellemezze a szisztémás neurális és a lokális szabályozás szerepét a vázizom keringésében.**

Ismertesse a fizikai munkavégzés hatásait a teljes perifériás ellenállás, a perctérfogat, az arteriovenosus oxigénkülönbség és az artériás vérnyomás értékeire. Adja meg a vázizomzat részesedését a keringési perctérfogatból nyugalomban és fizikai munkavégzés során.

Ismertesse a keringési perctérfogat fenntartott sportteljesítmény (pl. hosszútávfutás) során létrejövő redistribúcióját a különböző szervekben (agy, koszorúerek, splanchnikus, bőr- és vázizomkeringés). Hasonlítsa össze a fázikus/dinamikus és a statikus izomkontrakció hatását az erek kompressziójára, a vénás telődés és a centrális vénás nyomás értékére. Izompumpa fogalma és jelentősége.

Adja meg a keringési perctérfogat és az artériás vérnyomás alakulását a Valsalva-manőver kezdeti és késői fázisaiban.

## **52. A glomerularis filtráció: a szűrlet mennyiségét és minőségét meghatározó tényezők**

Mutassa be a glomerularis rendszer részeit: afferens arteriola, efferens arteriola, glomerularis kapilláris hálózat, mesangium, Bowman-tok, juxtaglomerularis apparátus (specializált juxtaglomerularis arteriolasejtek és a macula densa).

**Mutassa be a filtrációs barriert: írja le a glomerularis barrier háromrétegű felépítését,** azonosítsa a podocytaikat, a lábnyúlványokat, a kapilláris endotheliumot és a bazális membránt. Ezek közül melyik gátolja az alábbiak filtrációját: víz,  $\text{Na}^+$ , inulin, albumin, vörösvértest?

**Definiálja a glomerularis filtrációs rátát (GFR), a renalis plazmaáramlást (RPF) és a filtrációs frakciót (FF), adja meg a normálértékeket.**

**A glomerularis kapilláris és a Bowman-tok hidrosztatikai, valamint kolloidozmotikus (onkotikus) nyomása (Starling-erők) alapján számolja ki a glomerularis filtráció hajtóerejét (az effektív filtrációs nyomást).** Mutassa be a glomerularis kapillárisban előrehaladva a hidrosztatikai nyomás esését és a kolloidozmotikus nyomás növekedését, és magyarázza el ezek hatását az effektív filtrációs nyomásra.

Definiálja a filtrációs koefficienszt a glomerularis kapillárisban, ismertesse a filtrációs koefficienszt meghatározó tényezőket, és magyarázza el szerepét a GFR kialakításában.

Normálértékek: **GFR: 120-125 ml/perc, RPF: 660 ml/perc, FF: 0,2**

### **53. A vese vérátáramlása. A GFR és a RBF szabályozása**

Jellemezze a vesekeringési rendszer elemeit az arteria renalistól a vena renalisig, mutassa be a glomerularis kapillárisokat, a peritubularis kapillárisokat és a vasa recta rendszerét.

**Definiálja a renalis vérátáramlást (RBF), adja meg normálértékét és részesedését a nyugalmi keringési perctérfogatból.**

Vesse össze a vese egységnyi tömegre eső vérátáramlását és oxigénfogyasztását a szív és a vázizomzat ugyanazon paramétereivel. A vese melyik részében uralkodnak gyakorlatilag anaerob körülmények?

Mutassa be az afferens arteriola ellenállás-változásainak hatását a GFR-ra, a RBF-ra és a RPF-ra.

Mutassa be az RBF/RPF/GFR autoregulációját (az autoregulációs tartományt). A renalis RBF-, RPF- és GFR-autoreguláció mechanizmusai közül **ismertesse a tubuloglomerularis visszacsatolást**, a lokálisan ható vazóaktív metabolitok (parakrin angiotenzin II és prosztaglandinok) és a miogén válasz (Bayliss-effektus) **szerepét**.

Mutassa be a peritubularis kapillárisok alacsony hidrosztatikai és magas onkotikus nyomásának hatását a proximalis tubulusban lévő folyadék nettó reabszorpciójára.

Normálértékek: **autoregulációs tartomány: 80-180 Hgmm, RBF 1320 ml/perc, a nyugalmi perctérfogat 20-23%-a**, a vese szöveti véráramlása 420 ml/perc/100g (szívizom 84, vázizom 2,7, agy 54 ml/perc/100g)

### **54. Az epithelialis transzportfolyamatok általános jellemzése a vesetubulusokban**

Mutassa be a tubulusrendszer részeit, az ultrafiltrátum útját a Bowman-toktól a vesemedencéig.

Mely szegmensek vannak a kéregben és melyek a velőben? A glomerulus helyzete és a Henle-kacs hossza alapján különítse el a juxtamedullaris és a corticalis nephronokat.

**Mutassa be a fő tubulusszegmensek szerepét a filtrált anyagok és a víz reabszorpciójában és szekréciónak** (transzportkapacitás, gradiensek építése).

**Ábrázolja sematikusan a vesetubulus falát alkotó epithelréteget, jelölje meg a tight junctionokat, az apicalis felszínt és a basolateralis membránt. Ábrázolja anyagok epithelen való átjutását transzcelluláris és paracelluláris útvonalon.** Értelmezze, hogy a víz mozgása milyen módon kötődik az oldott anyagok mozgásához.

Magyarázza el a különböző transzportproteinek polarizált eloszlásának funkcionális jelentőségét az apicalis, illetve basolateralis membrán között.

Magyarázza el a tight junction szerepét laza és szoros epithelréteg esetén. Mondjon példát laza és szoros epithellel rendelkező nephronszakaszokra.

### **55. Tubularis reabszorpció és szekréciónak. A renalis clearance**

**Definiálja a tubularis reabszorpció és szekréciónak fogalmát.**

Legyen képes megadott adatok alapján egy szabadon filtrálódó (X) anyag filtrált ill. kiválasztott mennyiségének, valamint a nettó tubularis reabszorpciónak ill. szekréciónak mértékének meghatározására (szükséges adatok: az X anyag plazma- és vizelet- koncentrációja, a GFR és a percdiurézis).

**Magyarázza el a clearance elvét.** A számítási képlet és a megfelelő anyagok (inulin/kreatinin, PAH) felhasználásával határozza meg a glomerularis filtrációs rátát (GFR), renalis plazmaátáramlást (RPF) és renalis vérátáramlást (RBF).

**Adja meg a clearance értékét inulin, kreatinin, PAH és glükóz esetében.** Magyarázza meg az inulin- és a kreatininclearance felhasználásával mért GFR-értékek közötti különbséget. Ismertesse a GFR csökkenésének hatását a plazma kreatininkoncentrációra, és rajzolja fel az összefüggésüket.

**Milyen értékeket érhet el a szabadon filtrálódó X anyag clearance-e, ha 1. teljesen reabszorbeálódik (glükóz típusú transzport), 2. nettó részlegesen reabszorbeálódik, 3. nettó szekretálódik (PAH típusú transzport).** (Válaszok: 1.:  $Cl=0$ ; 2.  $0 < Cl < GFR$ ; 3.  $GFR < Cl \leq RPF$ ). Mondjon egy-egy példát ilyen anyagokra.

Normálértékek: **inulinclearance=GFR, plazma kreatinin: 50-150  $\mu$ M**, endogén kreatininclearance: 90-150 ml/perc, **PAH-clearance= RPF**

## **56. Szerves anyagok renalis tubularis transzportfolyamatai: glükóz, aminosavak, ketontestek, fehérjék, húgysav, urea, UBG**

A glükóz típusú reabszorpcióval visszaszívódó szerves anyagok (monoszacharidok, aminosavak, ketontestek).

**A glükóz visszaszívódása: luminalis és basolateralis transzportmechanizmusok jellemzése. Definiálja a glükóz renalis küszöbkoncentrációját és tubularis transzportmaximumát ( $T_{max}$ ).**

Glucosuria fogalma, a glükóz kimutatása a vizeletből.

**Mutassa be az ozmotikus diuresist a diabetes mellitust kísérő glucosuria kapcsán.**

**A filtrált peptidek és fehérjék sorsa a proximalis tubulusban. Proteinuria fogalma, kimutatása.**

Szerves anionok aktív szekréciója a proximalis tubulusban.

Húgysavtranszport a proximalis tubulusban.

**Az urea reabszorpciója a proximalis tubulusban, az urea körforgása a distalis nephronban.**

**Bilirubin, UBG, ketontestek kimutatása a vizeletből.**

Normálértékek: **a glükóz renalis küszöbkoncentrációja: 10 mM**, plazma húgysav: 150-500  $\mu$ M

## **57. A NaCl és a víz tubularis transzportfolyamatai, a medullaris ozmotikus gradiens kialakulása**

Számítsa ki a filtrált  $Na^+$  mennyiségét. Jellemezze a tubularis  $Na^+$ -visszaszívás fő hajtóerejét, a basolateralis  $Na^+-K^+$ -pumpát.

**Mutassa be a  $Na^+$ -reabszorpció luminalis mechanizmusait a proximalis tubulusban ( $Na^+$ -szubsztrát,  $Na^+-H^+$ -antiporter, paracelluláris mechanizmusok), a Henle-kacs vastag felszálló szárában ( $Na^+-K^+-2Cl^-$ -szimporter), a distalis kanyarulat csatornában ( $Na^+-Cl^-$ -szimporter) és a gyűjtőcsatornában ( $Na^+$ -csatorna). Melyik transzportmechanizmus áll hormonális szabályozás alatt?**

Mutassa be az alábbi vízajtók támadáspontját a tubulusrendszerben: szénsavanhidráz-gátlók, kacsdiuretikumok (furoszemid), tiazidok,  $K^+$ -megtartó diuretikumok (aldoszteron-antagonisták).

Jellemezze az egyes tubulusszegmentumokat vízpermeabilitásuk szerint. **Identifikálja azt a tubulusszegmentumot, amelynek vízpermeabilitása hormonális szabályozás alatt áll.**

Definiálja a glomerulotubularis egyensúlyt. Írja le a glomerulotubularis egyensúly beállításában szereplő proximalis tubularis reabszorpciót.

**Mutassa be a tubularis folyadék és az interstitialis folyadék ozmolaritásának változását a Henle-kacstól kezdve, és ezek hatását a vizelet hígítására, koncentrálására.**

**Váolja az ellenáramlós sokszorozó mechanizmust: mi a szerepe a Henle-kacs ellenáramlós elrendezésének és a leszálló, illetve felszálló szár eltérő transzportmechanizmusainak abban, hogy a vesevelő interstitiumában hyperosmoticus gradiens (medullaris gradiens) alakul ki)?**

**Különböztesse meg a Henle-kacs vastag felszálló szegmentumában és a juxtamedullaris hosszú kacsú nephronok vékony felszálló szegmentumaiban létrejövő  $NaCl$ -reabszorpció mechanizmusát, térjen ki az urea szerepére.**

**Ismertesse a vesevelő-vérátáramlás (vasa recta) ellenáramlásos elrendezésének szerepét a medullaris ozmotikus gradiens fenntartásában (ellenáramlásos kicserélődés).**

Normálértékek: **maximális ozmotikus koncentráció** a külső velőben (rövid kacsú nephron): 600 mosmol/l, **a belső velőben (hosszú kacsú nephron): 1200 mosmol/l; max. ureakoncentráció a belső velőben: 600 mM.**

### **58. A húgyutak funkciója. A vizeletürítés szabályozása**

Ismertesse a felső húgyutak motorikáját.

**Ismertesse a húgyhólyag és a húgycső záróizmainak beidegzésében fontos viscerosensoros, vegetatív (sympathicus és parasympathicus) és somatomotoros idegeket.** Térjen ki a lumbalis és sacralis gerincvelői szegmentumokban, valamint a hídban található, a continencia fenntartásában és a vizeletürítés szabályozásában kitüntetett szerepet játszó struktúrákra.

Rajzoljon le egy feltöltéses cystometrogramot. Mutassa be rajta a húgyhólyag receptív relaxációját telődés során, és magyarázza el mechanizmusát.

**Ismertesse a vizeletürítési reflex ívét.** Vizeletáramlás mérésének jelentősége.

Definiálja a passzív és az aktív incontinencia fogalmát.

### **59. A gasztrointesztinális rendszer szabályozásának alapelvei**

Ismertesse a gasztrointesztinális rendszer (GIS) alapfunkcióit (motilitás, szekréció, emésztés, felszívódás). Ismertesse a szájüregtől kiindulva, hogy a GIS fenti funkciói hol állnak túlnyomóan központi idegrendszeri szabályozás (szájüreg, nyálmirigyek, nyelőcső, proximális gyomor, rectum) és hol főleg lokális neurális/humorális és/vagy hormonális kontroll alatt (disztális gyomor, vékonybél, vastagbél)!

**Ismertesse az enterális idegrendszer felépítését és főbb alkotóit** (szenzoros idegek, interneuronok, (szekreto)motoros neuronok). Magyarázza el a bél keresztmetszeti képen a myentericus és submucosus plexus helyzetét és jellegzetességeit.

Magyarázza el a sympatheticus és parasympathicus idegrendszer és az enterális idegrendszer kölcsönhatását.

**Írja le a GIS reflexköreit**, a pályákat és transzmittereket, melyek a GI reflexes szabályozásában szerepet játszanak (lokális, rövid és hosszúpályás reflexek).

**Írja le a helyét és típusát azoknak a sejteknek, melyek a fő GI hormonokat termelik:** gasztrin, szekretin, CCK, GIP, GLP, és motilin.

Magyarázza el, hogy történik a béltartalom fizikai és kémiai összetételének detektálása és melyek a luminális ingerlésre bekövetkező sejtszintű és szisztémás válaszok.

### **60. A gasztrointesztinális simaizomzat működésének jellegzetességei**

Írja le az enterális simaizomzat spontán és indukált elektromos aktivitását (elektromos lassú hullámok, akciós potenciál, kontrakció).

**Ismertesse a Cajal-sejtek elhelyezkedését, szerepét** a pacemaker aktivitásban és az enterális idegrendszeri hatások mediálásában.

Ismertesse a GIS főbb motoros mintáit és funkcióit emésztés alatt és az interdigestív fázisban (migráló mioelektromos komplexum, MMC).

Ismertesse a perisztaltikus mozgás idegi szabályozását. **Mondja ki a Bayliss-Starling féle béltörvényt.**

**Ismertesse, hogyan hat az szimpatikus/paraszimpatikus moduláció a GI motorikára.**

Magyarázza el a tónusos motoros gátlás jelentőségét a GI traktusban és ismertesse, miért okoz ennek megszűnése motoros zavarokat.

Írja le az üreges szervek disztenziójának hatását a GIS motoros reflexekre.

Magyarázza meg, miért okoz a hasi szervek feszülése fájdalmat, és miképp vezethet ez abnormális motilitáshoz?

### 61. A splanchnicus keringés

Ismertesse a splanchnicus vérátáramlás részeseződését a nyugalmi perctérfogatból. Állítsa szembe a lokális szöveti és a szisztémás neurális szabályozás jelentőségét.

Jellemezze a máj portális keringésének szerepét a gasztrointesztinális rendszer működésében.

**Ismertesse a máj mikrocirkulációját**, a májszinuszoidok morfológiai és funkcionális sajátosságait.

Értelmezze, hogy a vénás vérnyomás emelkedése a májban hogyan vezet ascitesképződéshez.

Írja le, hogy a bélcsatorna keringése hogyan alkalmazkodik a szekréció és az abszorpció igényeihez.

Jellemezze a vegetatív idegrendszer szerepét a szekrécióhoz szükséges véráramlás biztosításában.

### 62. A felső gasztrointesztinális rendszer funkciói: rágás, nyáleválasztás, nyelés

Ismertesse a táplálékfelvétel mechanizmusait: szopás, harapás, rágás.

Írja le a nagy nyálmirigyekből származó nyál mennyiségét és összetételét. Magyarázza el, hogyan módosul az acináris szekréció a nyálmirigy ductalis sejtjeinek működése révén.

Írja le a nyál élettani funkcióit. Ismertesse a nyál orális higiéné szempontjából lényeges összetevőit.

**Írja le a nyálszekrécióhoz vezető ingereket és idegi pályákat**, valamint azok hatásait. Ismertesse, hogy a szimpatikus ill. a paraszimpatikus ingerlés hatására szekretálódó nyál miért lesz eltérő összetételű?

Ismertesse az oesophagusban mérhető nyomás normális tartományát (intrathoracalis nyomás), magyarázza el a mérési elvet a klinikai gyakorlatban, és hogy ennek értéke miért változik a légzési ciklussal.

Ismertesse a nyelést iniciáló afferenseket, a nyelést biztosító motoros pályákat és az agytörzsi magcsoportokat, melyek az afferens információt integrálják.

Ismertesse az oesophagus felső és alsó szakasza között fennálló anatómiai és izomzatbeli különbségeket, különös tekintettel a felső és alsó oesophagealis sphincterre. Hogyan jön létre a sphincter-tónus, ill. a perisztaltikus hullám a különböző szakaszokon?

**Adja meg a primer és szekunder oesophagus perisztaltika**, dysphagia, achalasia, aspiratio fogalmát.

### 63. A gyomor motoros funkciói. Hányás.

**Ismertesse a gyomor funkcionális felosztását a gyomormotilitás szempontjából.**

**Gyomormotilitás az interdigestív időszakban: ismertesse az MMC-t a gyomorban.**

Gyomortelődés: ismertesse a proximális gyomor receptív relaxációjának lokális és hosszúpályás (vago-vagális) reflexszabályozását.

Gyomorürülés: Ismertesse a disztális gyomor perisztaltikus mozgásának frekvenciáját és a kontrakciós hullám lefutását. Adja meg a gyomorperisztaltika funkcióit (keverés, aprítás, gyomortartalom továbbítása).

Ismertesse, hogyan változtatja meg a gyomor és a duodéniumtartalom fizikai és kémiai változása a gyomorürülés sebességét (neurális és hormonális mechanizmusok).

**Írja le a hányás mechanizmusát, és ismertessen néhányat a hányás lehetséges okai közül.**

### 64. A gyomorszekréció és szabályozása

**Ismertesse a gyomor funkcionális felosztását a gyomornedv termelés szempontjából** (sósavtermelő oxintikus régió, és mucusermelő antrális régió).

Ismertesse az oxintikus area gyomormirigyekben levő parietális sejtek (HCl, az intrinsic faktor) fő sejtek (pepszinogén), és a mucosa sejtek (bikarbonát tartalmú mucus) szekrécióit

**Ismertesse a HCl elválasztás celluláris mechanizmusát.**

Írja le a HCl szerepét a fehérje és szénhidrát emésztésben. Hogyan történik a pepsinogen aktiválása? Mi a sósav szerepe a szervezet fertőzések elleni védekezésében?

**Ismertesse a parietális sejtet közvetlenül stimuláló neurotranszmittert** (Ach), **parakrint** (hisztamin) **és hormont** (gasztrin), forrásukat, receptoraikat és szignáltranszdukciós mechanizmusaikat.

**Ismertesse a gasztrinszekréció szabályozását**, hogyan integrálja az a központi és az enterális idegrendszerből valamint a gyomor lumenből származó információkat. Ismertesse a GRP és a szomatostatintin szerepét.

Ismertesse a duodenumtartalom szerepét a gyomorszekréció szabályozásában. Ismertesse az intesztinális gátlás neurális és hormonális mechanizmusait.

Ismertesse a gyomormucosa védelmét biztosító mechanizmusokat.

Ismertesse a nyelőcső és a gyomor pH normálértékeit, meghatározásuk módját (24h pH metria)

Normálértékek: **gyomornedvtermelés: 1-1.5 L/nap; gyomornedv H<sup>+</sup> cc: 70-80 mmol/L; gyomornedv pH: 1.10-1.15; nyelőcső pH: >4.0 a nap >95%-ban**

### **65. Az exocrin pancreas: szekréció és szabályozás**

Írja le a hasnyál összetevőit, és a szekrécióban résztvevő sejt típusokat.

**Ismertesse a hasnyál fő enzimeit, és a pancreaszimek duodenumban történő aktiválását.** A duodenális enteropeptidáz (enterokináz) szerepe.

Magyarázza el, miért nem emészt meg a pancreas önmagát?

Ismertesse, hogyan vesz részt az exocrin pancreas a duodenum pH-jának szabályozásában. Hogyan történik a pancreas ductalis sejtjeiben a HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> szekréció?

Ismertesse az exocrin pancreas szekréció neurális és hormonális szabályozását. Hogyan hat a vegetatív idegrendszer és a vago-vagalis reflexek a pancreasra? **Milyen mechanizmusokkal történik a CCK és a szekretin elválasztás ingerlése?**

Normálértékek: **hasnyáltermelés: 500-700 ml/nap**

### **66. Az epe: szekréció, tárolás, mobilizáció, szabályozás**

Ismertesse az epesavas sók szintézisének, és szekréciójának hepatikus mechanizmusait.

Ismertesse a primer epe összetevőit (epesavas sók, epefestékek, foszfolipidek, koleszterin, bikarbonátionok, xenobiotikumok), és hogy miképp változik ennek összetétele az epehólyagban.

**Epemobilizáció: Az epehólyagkontrakció és az Oddi-szfinkter relaxáció szabályozása.**

**Az epesavas sók szerepe a zsírok emésztésében.**

**Ismertesse az epesavas sók reabszorpcióját a vékonybélben** (ileumban!).

Ismertesse az epesavas sók enterohepatikus keringése. Adja meg a primer és szekunder epesavak fogalmát.

Ismertesse az epeutak hámjának szekrécióját, hogyan vesz részt az epe a duodenum pH-jának szabályozásában. Hogyan szabályozódik az epeutak bikarbonátszekréciója? (szekretin)

Normálértékek: **epeszekréció: 600 ml/nap**

### **67. A vékonybél: emésztés és felszívódás**

A vékonybél felszíne és ennek szerepe a felszívásban. Ismertesse az epitelsejtek kefeszegélye által kialakított nem keveredő vízréteg jelentőségét!

Írja le a GI epithelium sejtjeinek megújulását, magyarázza el, miért jelentenek ezek a sejtek gátat (barriert) és egyben szelektív kaput is egyben a szekréciós és abszorpciós folyamatokban.

Ismertesse a szénhidrátok emésztését a szájüregtől a vékonybélig, valamint a szénhidrátok felszívódásának membrántranszport mechanizmusait az intesztinális háms sejtekben

**Ismertesse a fehérjék emésztését a gyomortól a vékonybélig**, valamint az aminosavak felszívódásának membrántranszport mechanizmusait az intesztinális hámsejtekben

**Ismertesse a zsírok emésztését és felszívódását a vékonybélben.** Ismertesse a kilomikronok keletkezését és összetételét, útjukat a vérbe.

Definiálja a steatorrhea fogalmát, ismertesse hatását a zsírban oldódó vitaminok felszívódására. Ismertesse a víz, a fő elektrolitok, a vas és a kalcium intesztinális felszívódását (transzepiteliális transzportját).

Normálértékek: **bélnedv szekréció: 3-4 L/nap, folyadék felszívódás a vékonybélben 5-6 L/nap.**

### 68. A vastagbél funkciói. Székletürítés

Írja le a colon egyes régióinak motoros tevékenységét: hausraképződés, antiperisztaltika, tömegperisztaltika, defecatio.

Írja le, miképp hat a colon motorikája a víz és elektrolitok visszaszívására.

Ismertesse a nátrium klorid és víz felszívódását a vastagbélben.

Ismertesse a bikarbonát és kálium transzportot a vastagbélben.

Ismertesse a colon szerepét a normális bélflóra kialakításában.

**Írja le a székletürítés reflexét és a reflex akaratlagos szabályozását. Határozza meg a passzív és aktív inkontinencia fogalmát.**

Normálértékek: **folyadék felszívódás a vastagbélből 1,5-2 L/nap; széklet víztartalma: 75-150 mL/nap.**

### 69. Táplálkozás: Az energiaforgalom, a makrotriensek szerepe az energiaigény fedezésében

Ismertesse a makrotrienseket (szénhidrátok, fehérjék, zsírok), jellemezze energiahordozó funkciójukat: élettani égéshőjük megadása és összehasonlítása.

**Ismertesse az energiaforgalom mérésére szolgáló eljárásokat:** direkt és indirekt kalorimetria.

Adja meg a respirációs kvóciens (RQ) és az oxigén hőegyenérték fogalmát, az egyes makrotriensek, ill. az átlagos vegyes táplálkozás RQ és oxigén hőegyenérték normálértékeit.

Adja meg az alapanyagcsere (basal metabolic rate, BMR) fogalmát, ismertesse az alapanyagcsere meghatározásának feltételeit. Sorolja fel az alapanyagcseret meghatározó tényezőket (életkor, nem, pajzsmirigy funkció).

**Ismertesse a táplálkozás hatását az energiaforgalomra:** specifikus dinamikus hatás (diet-induced thermogenesis, DIT). Melyik makrotriens anyagcsere-serkentő hatása a legkifejezettebb? (fehérjék)

Melyek a napi energiaforgalmat meghatározó tényezők? (BMR+DIT+fizikai aktivitás). Írja le a fizikai aktivitás hatását az energiaforgalomra, adja meg a „Leisure rate” fogalmát. Adja meg a maximális napi energiaforgalom határértékét.

Jellemezze a makrotrienseket a következő szempontok alapján:

**Fehérjék a táplálkozásban: forrás, fehérjeminimumok**, esszenciális aminosavak fogalma (példák), magas és alacsony biológiai értékű fehérjék, biológiai jelentőség, szerepük a kalóriaigény fedezésében.

Szénhidrátok a táplálkozásban: forrás, biológiai jelentőség, szerepük a kalóriaigény fedezésében.

Zsírok a táplálkozásban: forrás, esszenciális zsírsavak fogalma (példák), biológiai jelentőség, szerepük a kalóriaigény fedezésében.

Normálértékek: régi/új mértékegységek átváltása: cal, Cal=kcal, 1 kcal=4,2 kJ; élettani égéshő szénhidrát/fehérje/zsír: 17,2/17,2/39 kJ/g; **RQ** szénhidrát/fehérje/zsír/**vegyes tápl.:** 1,0/0,8/0,7/**0.82**; **oxigén hőegyenérték** szénhidrát/fehérje/zsír/**vegyes tápl.:** 21,2/19,2/19,7/**20,2 kJ/L**; **BMR felnőtt nő/férfi: 6300/7100 kJ/nap**; leisure rate nő/férfi = 8400/9600 kJ/nap≈100/115 W; napi ajánlott



fehérje/szénhidrát/zsír bevitel: 60-80/300/50-100 g/nap; WHO ajánlás optimális fehérjebevitelre: 1-1,5 g/tskg

## 70. Táplálkozás: víz, ásványi sók, vitaminok, élelmi rostok

Mekkora mennyiségű, és mi a forrása annak a folyadékmenyiségnek, ami naponta a tápcsatornába kerül?

Mely ásványi anyagokat nevezzük nyomelemeknek? Mi a nyomelemek jelentősége a szervezet működésében? Soroljon fel néhány fontosabb nyomelemet és élettani funkcióikat (Fe, Zn, Cu, Se, I, F etc.).

**Adja meg a vitamin definícióját**, és a vitaminok csoportosítását. Határozza meg a provitamin és antivitamin fogalmát, ennek jelentőségét az orvosi gyakorlatban.

Határozza meg a hypovitaminosis és a hypervitaminosis fogalmát, az RDA érték fontosságát.

**Adja meg a következő vízdékony vitaminok RDA értékeit, legfontosabb funkcióját és hiánybetegségét: thiamin (B1), niacin (B3), aszkorbinsav (C).**

Sorolja fel a zsírdékony vitaminokat, forrásaikat, jelentőségüket. Ismertesse az A-vitamin RDA-t, legfontosabb hatásait, hiánybetegségét, ill. az A-vitamin toxikus hatásait. **Ismertesse a D-vitamin és a K-vitamin hiánybetegségeit.**

Adja meg a nem emészthető élelmi rostok forrásait, szerepüket a bélmotilitás és a normál bélflóra fenntartásában.

Normálértékek: **folyadékbevitel: 1,5-2 L/nap, GIS szekréció: 6-8 L/nap; thiamin RDA: 1-1,5mg; niacin RDA: 15-25 mg; aszkorbinsav RDA: 65-75 mg; A-vitamin RDA: 0,8-1,1 mg**

## 71. Az endokrin szabályozás alapelvei

Ismertesse a hormon és a hormonális szabályozás fogalmát. **Csoportosítsa a hormonokat kémiai szerkezetük alapján** (aminosavak, biogén aminok, peptidek, fehérjék, szteroidok). Csoportosítsa a hormonreceptorokat (membránreceptorok, intracelluláris receptorok). **Adjon meg egy-egy példát ezekre a csoportokra.**

Ismertesse egy-egy példán keresztül a hormonális hatás típusait (serkentő, gátló, permisszív hatások). Mit jelent az „intrakrin” hatás? Mondjon rá példát.

Hogyan hat a szekréció, kiválasztás, lebomlás egy adott hormon plazmakoncentrációjára? A hormonszintek mérésének és a biológiai aktivitás meghatározásának alapjai.

A plazma hormonkötő fehérjéinek szerepe pl. a pajzsmirigy- és szteroid hormonok hozzáférhetőségének, lebomlásának és a hormonszekréció szabályozásának szempontjából.

Mi a jelentősége a pulzatilis felszabadulásnak, valamint a diurnális és a menstruációs ciklus alatti hormonszekréciós mintázatoknak? Soroljon fel példákat.

## 72. A hypothalamo-hypophysealis (neuroendokrin) rendszer általános jellemzése

Írja le a hypophysis elülső és hátulsó lebenyének sejttípusait, vérellátását és anatómiai kapcsolatát a hypothalamusszal.

**Írja le az elülső hypophysislebens hormonjainak három fő családját és az ezek közötti bioszintézisbeli és szerkezeti kapcsolatot .**

**Nevezze meg az elülső hypophysis lebenyhormonjainak felszabadulásáért felelős hypothalamicus faktorokat (releasing és inhibiting hormonok)**, írja le transzportjuk útvonalát a hypothalamustól az elülső lebenyig.

Magyarázza el az elülső hypophysislebens-hormonok felszabadulásának negatív visszacsatolós szabályozását.

## 73. A pajzsmirigyhormonok: szintézis, szabályozás, hatások

Jellemezze a jodidion enterális felszívását, felvételét a pajzsmirigybe. **Írja le a trijód-tironin (T<sub>3</sub>) és a tiroxin (T<sub>4</sub>) bioszintézisének, tárolásának és szekréciójának lépéseit.**

**Ismertesse a hypothalamus-adenohypophysis-pajzsmirigy tengely működését,** a T<sub>4</sub>/T<sub>3</sub>-szekréció negatív visszacsatolós szabályozását. A TSH trophicus hatása a pajzsmirigyre.

Ismertesse a pajzsmirigyhormonok szállításában részt vevő szállítófehérjéket. Mi a pajzsmirigyhormon-kötés jelentősége a vér szabad és teljes pajzsmirigyhormon-tartalmának szempontjából?

**Magyarázza el, mi a jelentősége a T<sub>4</sub>-T<sub>3</sub> átalakulásnak a perifériás szövetekben, nevezze meg az átalakítást végző enzimet.** Mit jelent az „intrakrin” hatás?

Lokalizálja a pajzsmirigyhormon-receptorokat, ismertesse a ligand-receptor komplex hatását.

**Ismertesse a pajzsmirigyhormonok élettani hatásait az energiaforgalomra, a szénhidrát-, zsír- és fehérjemetabolizmusra.**

Ismertesse a pajzsmirigyhormonok azon hatásait a cardiovascularis rendszerre, amelyek elősegítik az anyagcserehatások kialakulását.

Magyarázza el a pajzsmirigyhormonok túltermelésének, illetve csökkent termelésének hatásait.

Magyarázza el, milyen okai lehetnek a pajzsmirigy megnagyobbodásának.

Normálértékek: jód RDA: 0,5 mg/nap

**74. A mellékvesekéreg hormonszintézise. A glükokortikoidok: szintézis, szabályozás, hatások**

**A mellékvese funkcionális felosztása (3 corticalis, 1 medullaris zóna), az egyes kérgi zónákban termelt legfőbb hormonok** (mineralokortikoidok, glükokortikoidok, androgének).

Ismertesse a mellékvese beidegzését, vérellátását.

Ismertesse a mellékvesekéreg szteroidhormon-bioszintézisének főbb útvonalaait (glükokortikoidok, mineralokortikoidok, androgének).

**Ismertesse a glükokortikoid-szekréciót szabályozó neuroendokrin (hypothalamo-hypophyseoadrenalis, HPA) tengely elemeit.** Az adenohypophysis corticotrop sejtjei. A POMC.

Hasonlítsa össze a glükokortikoidok és a mineralokortikoidok szekréciójának szabályozását.

Ismertesse az ACTH trophicus hatását a mellékvesekéregre, és ennek jelentőségét glükokortikoid-terápia során.

Ismertesse a mellékvesekéreg-szteroidok celluláris hatásmechanizmusát (receptorait). Ismertesse a mineralokortikoidok szelektív hatásáért felelős prereceptor-specifitás mechanizmusát.

**Ismertesse a glükokortikoidok fő hatásait az energiaforgalomra, a szénhidrát-, zsír- és fehérjeanyagcserére.**

Ismertesse a glükokortikoidok hatásait a cardiovascularis rendszerre, az immunrendszerre, a központi idegrendszerre és más endokrin rendszerekre, amelyek az anyagcserehatásokat kiegészítve segítik a túlélést.

Ismertesse a glükokortikoidok csökkent, illetve fokozott szekréciójának következményeit.

**75. Az endokrin pancreas**

Nevezze meg az endokrin pancreas fő hormonjait, kémiai szerkezetüket és az ezeket termelő sejteket. Ismertesse a szigetapparátus funkcionális szerveződését.

**Sorolja fel az inzulin célsejtjeit/célszöveit, ismertesse a rajtuk kifejtett fő hatásokat,** és azok következményeit a transzporttápanyagok plazmakoncentrációjára.

Jellemezze az inzulinhatás kialakulásának és fennállásának időbeni lefolyását. Az inzulinszekréció és a perifériás inzulinérzékenység vizsgálatának lehetőségei.

**Ismertesse a plazma glükózkoncentrációja és az inzulinszekréció közötti kapcsolatot.**

Az „inkretin” fogalma. Írja le egy inkretin glükózfüggő felszabadulását és hatását.

Az inzulinszekréció neurális és humorális (gastrointestinalis hormonok/inkretinek) szabályozása.

Sorolja fel az inzulinszekréciót moduláló faktorokat.

Ismertesse a glukagonszekréció szabályozását.

**Sorolja fel a glukagon célsejtjeit/célszöveget, és ismertesse a rajtuk kifejtett fő hatásokat.**

Jellemezze az inzulin csökkent, illetve fokozott szekréciójának hatásait. Diabetes mellitus.

## **76. A tápanyagforgalom integrált endokrin szabályozása. Stressz és általános adaptációs szindróma**

Mi a plazma glükózkoncentrációjának normál tartománya? Sorolja fel, milyen formában és milyen szövetekben tárolja a szervezet a szénhidrátokat és egyéb tartaléktápanyagokat. Ismertesse azokat a hormonokat, amelyek a raktározó sejtek glükóz-, lipid- és aminosav-felvételét és -leadását szabályozzák, és ezek hatását egyéb szövetek/sejtek glükózfelvételére. Mutassa be, milyen speciális szerepet játszik ezekben a folyamatokban az inzulin, a glukagon, a növekedési hormon, a leptin, a ghrelin és a katekolaminok.

Ismertesse, milyen változások következnek be a transzport tápanyagok felhasználásában/forgalmában rövid és tartós éhezés, valamint rövid és hosszú idejű munkavégzés során. Milyen hormonális változások felelősek ezekért a változásokért?

Ismertesse, hogyan befolyásolja a felvett táplálék mennyisége és az anyagcsere szintje az energiamérleg egyensúlyát és a zsírraktárak kialakulását. **Nevezze meg azokat a tényezőket, amelyek a táplálékfelvételt és a lebontó folyamatokat szabályozzák.**

A „stresszor” és a „stressz” fogalma. Írja le a stresszválasz során létrejövő általános adaptációs szindróma (general adaptation syndrome, GAS) három fázisát.

Ismertesse a mellékvesekéreg és a mellékvesevelő hormonjainak kölcsönhatásait stresszor által kiváltott szekréciófokozódás során

## **77. Táplálkozás: A táplálékfelvétel szabályozása.**

Ismertesse, hogyan befolyásolja a felvett táplálék mennyisége és az energiaforgalom szintje az energia-mérleg egyensúlyát, és a zsírraktárak telítettségét. Nevezze meg azokat a tényezőket, amelyek a táplálékfelvételt és a lebontó folyamatokat szabályozzák.

Hogyan ítéltethető meg a tápláltsági státusz? (testtömeg-index (BMI), lean body mass).

Definiálja a következő fogalmakat: éhség, étvágy.

**Jellemezze a táplálékfelvételben kulcsfontosságú hipotalamikus magcsoportokat:** morfológiai és neurokémiai tulajdonságok, orexigén/ anorexigén hatású mediátorok (NPY, MSH, CART, AgRP). Jellemezze a centrális és perifériás glükóz-szenzitív neuronok szerepét.

Adja meg GI rendszerből jövő neurohumorális jelzőmolekulákat, melyek befolyásolják a központi szabályozást. (ghrelin, vagus-afferensek, CCK, inzulin)

Jellemezze a tápanyagraktárak teltségét jelző molekulákat. (leptin és adipokinek)

Melyek a szénhidrát- ill. a zsír-étvágyhoz kapcsolható centrális mechanizmusok?

Írja le a szomjúság és a sófelvétel (sóétvágy) központi szabályozását.

## **78. A vizelet koncentrációja és hígítása, ozmoreguláció**

Ismertesse a szervezet vízforgalmát: a vízfelvételt és a vízvesztés módjait.

Ismertesse, hogyan hat a nettó vízvesztés a test víztartalmára és ozmolaritására? Hogyan változik a vizeletképződés, a termelt vizelet összetétele és az ozmotikus viszonyok?

Ismertesse, hogyan hat a nettó NaCl-vesztés a test víztartalmára és ozmolaritására? Hogyan változik a vizeletképződés, a termelt vizelet összetétele és az ozmotikus viszonyok?

**Lokalizálja az arginin-vazopresszint (AVP/ADH) termelő sejteket, és írja le a hátsó hypophysislebenyből történő neurosecretio mechanizmusát.**

**Sorolja fel a vazopresszin-szekréciót szabályozó mechanizmusokat.**

**Sorolja fel a vazopresszinhatás célsejtjeit és magyarázza el, hogy miért nevezzük a vazopresszint antidiuretikus hormonnak.**

Mutassa be azt a tubuluszegmenst, ahol a vazopresszin a víz- és az ureapermeabilitás fokozása útján hat, és írja le az ADH hatásának celluláris mechanizmusát ( $V_2$ -receptor, aquaporin, ureatranszporter). Írja le, hogy ezek a változások miként hatnak a vizelet koncentrálására és hígítására.

Hogyan változik a vizelet koncentrációja, ha megszűnik a medullaris gradiens? Ismertesse a gradiens helyreállításának lehetőségét.

Számolja ki az ozmotikus clearance-t és a szabadvíz-clearance-t, ha adott a plazma és a vizelet ozmolaritása és a percdiuresis. Ismertesse a szabadvíz-clearance összefüggését a vizelet koncentrálásával, hígításával.

Ismertesse a centrális és renalis (nephrogen) diabetes insipidus közötti különbséget, különítse el az ozmotikus diuresis által létrehozott polyuriától.

**Normálértékek:** vizelet ozmotikus koncentrációja: 70-1200 mosmol/L; vizelet sűrűsége (fajsúlya) 1001-1030 g/l (plazma 1012 g/l); vizeletmennyiség és értékelése: <100 ml/nap: anuria; 100-600 ml/nap oliguria, 600-2500 ml/nap: normális tartomány, >2500 ml/nap: poliuria, diabetes insipidusban elérheti a 18-25 l/napot; napi minimálisan kiválasztott ozmotikus aktivitás: 650 mosmol.

### 79. Volumenreguláció (a $Na^+$ -egyensúly és az extracelluláris folyadéktérfogat szabályozása)

Ismertesse a napi  $Na^+$ -felvétel mennyiségét, és a  $Na^+$ -vesztés mechanizmusait. Mi a  $Na^+$  szerepe az extracelluláris folyadék térfogatának beállításában?

Ismertesse a  $Na^+$ -ürítés változását hypervolaemia és hypovolaemia esetén.

Mutassa be az extracelluláris folyadék térfogatának érzékelésében és szabályozásában szereplő mechanizmusokat (magas nyomású baroreceptor reflexek, alacsony nyomású baroreceptor reflexek, a JGA sejtjei, pitvari ANP-termelő sejtek).

**Ismertesse a reninválasztás szabályozását. Ismertesse a renin-angiotenzin rendszer aktiválódásának lépéseit.**

**Mutassa be az angiotenzin II hatásait.**

**Nevezze meg a fő mineralokortikoid hormont, írja le, hol termelődik, sorolja fel célsejtjeit és biológiai hatásait.**

Sorolja fel, milyen fiziológias változások fokozzák az aldosteron szekrécióját. Vesse össze ezeket a hatásokat az aldosteron nátrium- és káliumkiválasztásra gyakorolt hatásaival.

Ismertesse a mineralokortikoidok csökkent, illetve fokozott szekréciójának okait és következményeit.

Ismertesse az ANP-termelés szabályozását, renalis és extrarenalis hatásait.

Mutassa be a  $Na^+$ -reabszorpció szabályozását a tubulusrendszerben. Ismertesse a angiotenzin II, aldosteron, ANP és a sympathicus idegrendszeri aktiváció hatásait.

**Normálértékek:**  $Na^+$ -felvétel/leadás 100-400 mmol/nap, ~5-30g konyhasó fogyasztása.

### 80. A $K^+$ -háztartás szabályozása

Ismertesse a napi  $K^+$ -felvétel mennyiségét és a  $K^+$ -vesztés mechanizmusait. Ismertesse az extracelluláris  $K^+$  szerepét az idegrendszer, a szív és az izommozgás normális működésében.

Adja meg a  $K^+$  megoszlását a extracelluláris és az intracelluláris folyadéktér között, az extrarenalis  $K^+$ -homeosztázis szabályozását, az adrenalin, inzulin és aldosteron hatását az intracelluláris és extracelluláris folyadékok közötti  $K^+$ -transzportra.

Számolja ki a normál filtrált  $K^+$  mennyiségét. Ismertesse a  $K^+$ -reabszorpció és -szekréció helyeit a tubulusrendszerben.

**Mutassa be a gyűjtőcsatornában a  $K^+$  szekrécióját szabályozó** (aldosteron, plazma  $K^+$ -koncentrációja) **ill. az azt befolyásoló egyéb** (luminalis folyadék mennyisége, sav-bázis egyensúly zavara, anionok) **faktorokat.**

**Normálértékek:**  $K^+$ -felvétel/leadás 50-100 mmol/nap

### 81. A $\text{Ca}^{2+}$ - és foszfátháztartás szabályozása

Ismertesse a táplálékkal felvett  $\text{Ca}^{2+}$  napi mennyiségét, a  $\text{Ca}^{2+}$ - és foszfátraktárakat, valamint a  $\text{Ca}^{2+}$ - és foszfátleadás fő útjait.

Számolja ki a filtrált  $\text{Ca}^{2+}$  mennyiségét. **Mutassa be a  $\text{Ca}^{2+}$ -reabszorpciót a különböző tubulussegmensekben.** Számolja ki a filtrált foszfát mennyiségét. Ismertesse a foszfátreabszorpciót a különböző tubulussegmensekben. Nevezze meg a hormonális szabályozás alatt álló transzportmechanizmusokat.

Nevezze meg a parathormont (PTH) termelő sejteket, ismertesse a PTH bioszintézisét és lebontását.

**Ismertesse a PTH-szekréciónak a szabályozását és a  $\text{Ca}^{2+}$ -szenzor receptor szerepét a folyamatban.**

**Sorolja fel a PTH-hatás célsejtjeit, és ismertesse az egyes sejtekre gyakorolt hormonhatásokat.**

Ismertesse a PTH fokozott és csökkent termelésének a lehetséges okait és következményeit, valamint a PTH terápiás alkalmazását. Ismertesse a latens tetania jeleit (Chvostek- és Trousseau-tünet).

**Nevezze meg a D-vitamin forrásait, vázolja fel a D-vitamin bioszintézisét, és ismertesse a különböző szervek szerepét a kalcitriol ( $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ ) előállításában.**

**Ismertesse a kalcitriol-hatás célszerveit és a hormonhatás celluláris mechanizmusát.**

Ismertesse a kalcitriol és a PTH-szekréciónak közötti negatív visszacsatolós szabályozást.

Ismertesse a D-vitamin-hiány, illetve -túladagolás következményeit.

Nevezze meg a kalcitonin szekréciónak fokozó hatásokat. Milyen hatásai vannak a kalcitoninnak, és ezek közül melyik bírhat egyáltalán élettani jelentőséggel?

Normálértékek: napi  $\text{Ca}^{2+}$ -bevitel/felszívódás 1000/200 mg, illetve 25/5 mmol/nap, napi  $\text{Ca}^{2+}$ -ürítés: 2,5-7,5 mmol/nap, **D-vitamin RDA-értéke: 600 IU/nap** (1-70 év között)

### 82. Sav-bázis háztartás

Mi a normál pH-tartomány értéke? Nevezze meg a vér puffereit. Vázzolja a pufferek, valamint a tüdő és a vese szerepét a normál pH fenntartásában.

**Vázzolja fel, hogyan szabályozza a légzés és a vese a  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$  pufferrendszert, lehetővé téve, hogy egy 6,1 pK-val rendelkező puffer élettanilag fontos szerepet töltsön be a normál, 7,4-es pH fenntartásában?**

Mi a különbség a  $\text{CO}_2$ -ből keletkező (illékony) és a nem illékony sav(ak) között? Mekkora a naponta, táplálékkal bevitt / metabolizmus útján keletkezett savmennyiség, hogyan távoznak ezek a savak szervezetből?

**Nevezze meg, hogy melyek a  $\text{HCO}_3^-$ -visszaszívás (és a -szekréciónak) főbb helyei a nephronban, emelje ki, hogy mi a  $\text{H}^+$ -szekréciónak szerepe a folyamatban. Ismertesse a  $\text{H}^+$ -szekréciónak mechanizmusait a proximális és a distalis nephronszakaszokon.** Vázzolja fel a  $\text{HCO}_3^-$  transepithelialis transzportjáért felelős intracelluláris folyamatokat.

Vázzolja a sav-bázis egyensúly változásainak szerepét a  $\text{HCO}_3^-$  visszaszívásának ( $\text{H}^+$ -szekréciónak) a szabályozásában.

**Mi a vesék nettó savelválasztása? Mi a titrálható sav? Mi a vizelet puffereinek a jelentősége?**

**Hogyan történik az ammónium képződése és elválasztása?** Mi a különbség a filtrált mennyiség pótlása és az új bikarbonát képződése között?

Ismertesse a pH hirtelen növekedése vagy csökkenése után aktiválódó kompenzációs folyamatok (pufferek, légzési kompenzáció, a vesék kompenzáló működése) hatékonyságát és időbeli lefutását.

A vér sav-bázis státuszát jellemző értékekből legyen képes meghatározni, hogy légzési vagy metabolikus sav-bázis zavarról van-e szó. Mi a különbség a normális és az emelkedett mértékű anionrésszel társuló metabolikus acidosis között?

Vázzolja a sav-bázis zavarok respiratorikus és vese eredetű kompenzálásának mechanizmusait.

Normálértékek: **artériás pH: 7,37-7,43, standard bikarbonát: 24 mmol/L, bufferbázis (BB): 44-49 mmol/L, bázistöbblet (BE): +2,5– -2,5 mmol/L**, anionrés: 8-12 mmol/l; savtermelés (nonvolatilis; átlagos táplálkozás mellett): 50-100 mmol/nap, vizelet pH: 4.0-8.0; tubularis bikarbonát- „reabszorpció”: 4300 mmol/nap, új bikarbonát termelése: 50-100 mmol/nap

### **83. Hőszabályozás, a bőr vérkeringése**

Ismertesse a hőegyensúly kialakulásának feltételeit, a hőtermelés, a hőfelvétel és a hőleadás fizikai mechanizmusait: metabolizmus, hőszállítás, kondukció, konvekció, evaporáció.

Állítsa szembe a maghőmérséklet stabilitását a köpenyhőmérséklet variabilitásával. Ismertesse az ember maghőmérsékletének normálértékeit, változásának cirkadián ritmusát, függését a menstruációs ciklustól.

Termoneutrális komfortzóna fogalma.

#### **Sorolja fel a kihűlés, illetve a túlhevülés elleni védekezés fő élettani mechanizmusait.**

A metabolikus hőtermelés: alapanyagcsere, fizikai munkavégzés, a „shivering” hozzájárulása a hőtermeléshez. A Van't Hoff-törvény. Non-shivering termogenesis: a barna zsírszövet felépítése, aktivitásának szabályozása és funkciója.

**A bőr véráramlásának szabályozása:** acralis és nem acralis bőrterületek mikrocirkulációs sajátosságai. Hasonlítsa össze a szisztémás neurális és a lokális szabályozás szerepét a bőrben. A vazomotor szabályozás adaptációja a termoreguláció igényeihez.

**A verejtékmirigyek felépítése, működése, neurális szabályozása.** A mirigyvégkamrák szekréciójának és a kivezetőcső NaCl-reabszorpciójának sejtszintű mechanizmusai.

A hőszabályozási reflexek kialakításában szereplő neurális elemek: perifériás és centrális termoreceptorok, praeopticus area, a hypothalamus, az agytörzs és a gerincvelő neuroncsoportjai, valamint ezek kapcsolódása a negatív visszacsatolásos termoregulációs szabályozókörök kialakításában. Definiálja a termoregulációs „set point” fogalmát.

#### **Magyarázza el a különbséget a passzív túlhevülés, a fizikai munkavégzés során fellépő hyperthermia és a fertőző betegségeket (pl. influenzát) kísérő láz között.**

Ismertesse azokat a fiziológiás változásokat, amelyek a hideg, illetve a meleg környezethez történő akklimatizáció során alakulnak ki.

Normálértékek: **maghőmérséklet: 37 °C (36,2-37,5 °C), termoneutrális komfortzóna: 25-27 °C**

### **84. Sportélettan**

Beszéljen a működő izom metabolizmusáról és lehetséges energiaforrásairól, illetve ezek hormonális szabályozásáról.

#### **Osztályozza az izomrostokat metabolikus szempontból!**

Magyarázza el, hogy az izommunka intenzitásától és időtartamától függően melyik metabolikus út és milyen energiaforrások kerülnek előtérbe!

Ismertesse, hogyan befolyásolhatja a különböző típusú izomrostok egyéni aránya a sportoló sikerességét!

Ismertesse az energiafelhasználás és a teljesítmény mérésének lehetőségeit sport során, beszéljen a fáradás és kimerülés jelenségéről és lehetséges magyarázatairól!

**Ismertesse a sport akut kardiorespiratorikus hatásait és azok mérési lehetőségeit** (pl. szívfrekvencia, perctérfogat, vérnyomás, légzésszám, ventiláció, tejsavkiszöb, oxigénfogyasztás)! Jellemezze a rendszeres testedzés hatására bekövetkező változásokat a szív-érrendszerben, a légzőrendszerben, és a vázizomzatban (hogyan változnak az alábbi paraméterek: szívfrekvencia, pulzustérfogat, perctérfogat (nyugalmi, maximális), plazmatérfogat,  $V_{O_{2max}}$ , tejsavkiszöb).

Sorolja fel a sportteljesítményt meghatározó tényezőket! (természetes tehetség = genetikai faktorok, edzés, élettani állapot = neuromuscularis és cardiorespiratoricus rendszerek egészsége, pszichológiai faktorok = motiváció, taktika).

Beszéljen a táplálék- és a folyadékbevitel (mennyiség, minőség, időzítés) szerepéről a sportteljesítmény optimalizálásban, ismertessen néhány ergogén anyagot!

Normálértékek:

változó	edzetlen	edzett	élsportoló hosszútávfutó
nyugalmi szívfrekvencia (ütés/perc)	75	65	45
max. szívfrekvencia (ütés/perc)	185	183	174
nyugalmi pulzustérfogat (ml)	60	70	100
max. pulzustérfogat (ml)	120	140	200
nyugalmi szisztolés vérnyomás (Hgmm)	135	130	120
vértérfogat (L)	4,7	5,1	6
max. ventiláció $V_{max}$ (L/perc)	110	130	190
max. tejsav konc. (mmol/L)	7,5	8,5	9
$Vo_{2max}$ (mL/tskg/perc)	40	50	80

### 85. A férfi nemi szervek fejlődése és élettana

**Definiálja a kromoszomális, a gonadalis és a szomatikus nemet.**

Hasonlítsa össze a tesztoszteron, a dihidro-tesztoszteron, az ösztradiol és a Müller-cső regressziós faktor férfi és női nemi szervek differenciálódására kifejtett hatását.

A férfi nemi szervek (here, mellékhere, ondóvezeték, ondóhólyag, prosztatata) működése.

A Sertoli-sejtek, a Leydig-sejtek és a bazálmembrán spermatogenezisben betöltött szerepe. A vér-here gát fogalma.

**A here működésének endokrin szabályozása:** a GnRH-pulzusok, az FSH, az LH, a tesztoszteron és az inhibin szerepe.

A tesztoszteron és egyéb androgén hormonok bioszintézise, szállítása a vérben, metabolizmusa és kiürítése a szervezetből.

Sorolja fel a tesztoszteron és egyéb androgén hormonok legfontosabb célszerveit. **Sorolja fel a tesztoszteron és egyéb androgén hormonok hatásait és a hatások létrejöttének intracelluláris mechanizmusát.**

A pubertás előtt, illetve az azt követően kialakuló tesztoszteron-túltermelés és tesztoszteronhiány következményei férfiakban.

### 86. A női nemi szervek élettana: a menstruációs ciklus

Ismertesse az oogenesis kapcsán a petefészek folliculusaiban bekövetkező változásokat: az FSH, az LH, az ösztradiol és az inhibin oogenesisben betöltött szerepe.

Ismertesse az ovuláció bekövetkezésében és a corpus luteum kialakulásában résztvevő hormonokat.

Írja le a petefészek ösztrogén- és progeszteronszintézisének és -szekréciójának hormonális szabályozását. Térjen ki a szintézist végző sejtekre, a hormonok vérben való szállítására, valamint a hormonok lebontására és a szervezetből való eltávolítására is.

**Melyek az ösztrogének célszervei és célsejtjei, milyen hatásokat fejt ki rajtuk a hormon?**

Az ösztrogének hatásai és a hormonok hatásmechanizmusa.

**Melyek a progeszteron célszervei és célsejtjei, milyen hatásokat fejt ki rajtuk a hormon?**

Ismertesse a progeszteron és a gesztagének hatásait, a hormonok hatásmechanizmusát.

Ábrázolja grafikonon a vér FSH-, LH-, ösztradiol- és progeszteronkoncentrációinak változását a ciklus során, ismertesse ezek összefüggését az ovariumban és az endometriumban bekövetkező változásokkal.

Milyen hatást fejtenek ki a petefészek szteroidhormonjai az endometrium proliferatív és szekréciós fázisainak kialakulására, a menstruációra és a testhőmérsékletre?

Mi a hormonális fogamzásgátlás élettani alapja?

Normálértékek: menstruációs ciklus hossza 25-30 nap; menstruáció ideje 4-6 nap; LH-csúcs időtartama: 10-12 h.

### **87. A nemi aktus, a megtermékenyítés és a terhesség kialakulásának élettana**

**A férfi nemi aktus: írja le az erectio, emissio és az ejaculatio mechanizmusának neuronális, vascularis és endokrin komponenseit.**

A női nemi aktus: írja le a szexuális izgalmat és az orgazmust kísérő változások neuronális, vascularis és endokrin komponenseit a női nemi szervekben.

A megtermékenyítés és beágyazódás fő lépései (capacitatio, acrosomareakció és a blastocysta vándorlása)

Normálértékek: az ejaculatum térfogata: 1,5-5,0 ml, spermium koncentráció: >15 (20-40) millió/ml, >60% motilis; az oocyta migrációja 1-2 nap; a blastocysta beágyazódása: ovulatiót követő 7. nap

### **88. A terhesség, a szülés, és a tejtermelés neuroendokrin szabályozása**

Melyek a méhlepény fehérje természetű hormonjai? **Mi a humán choriogonadotropin (hCG) szerepe a corpus luteum működésének fenntartásában a terhesség korai szakaszában?**

A terhességi tesztek endokrin alapjai.

**Mi a méhlepény és a magzat közötti együttműködés (foetoplacentaris egység) szerepe az ösztrogének termelésében a terhesség során?**

A magzat intrauterin fejlődését meghatározó egyéb hormonális tényezők (inzulin, pajzsmirigyhormonok).

Mi a nemi hormonok, az oxitocin, a relaxin és a prosztaglandinok szerepe a szülés megindításában és lefolyásában?

Melyek az emlőmirigy fejlődését befolyásoló hormonhatások a nemi érés, a terhesség és a tejelválasztás során?

Milyen hatás gátolja a terhesség során a tejelválasztást, és mi indítja meg a tej termelését a szülést követően?

**A tejtermelés és a tejleadás neuroendokrin szabályozása.** Sorolja fel az oxitocinfelszabadulás stimulusait és az oxitocin hatásait (Ferguson-reflex)

Normálértékek: terhesség időtartama: 40 hét.

### **89. A magzati vérkeringés és a cardiorespiratorikus rendszer alkalmazkodása újszülöttkorban**

Jellemezze az anyai vértérfogat, perctérfogat és perifériás ellenállás változását a terhesség és a szülés során.

**Hasonlítsa össze a magzat és az egészséges újszülött véráramlási viszonyait, különös tekintettel az oxigenált vér forrására.**

Jellemezze a ductus venosus, a foramen ovale és a ductus arteriosus szerepét a magzati keringésben.

Mi az oka záródásuknak a születést követően?

Ismertesse az oxigénszaturáció értékeit a nagyerekben és a szív üregeiben. Hogyan változik ez meg a születés után?



Ismertesse az újszülöttkori sárgaság (icterus neonatorum) kialakulásának okát.

## 90. Növekedés, pubertás

Sorolja fel az extrauterin növekedésben szerepet játszó fontosabb hormonokat és parakrin medátorokat (növekedési hormon, IGF-1, szexuáliszteroidok, calcitriol, pajzsmirigyhormonok, glükokortikoidok).

**Írja le a növekedési hormon és az inzulinszerű növekedési faktor közötti kapcsolatot, kötőfehérjéiket és szerepüket a növekedés szabályozásában.**

Írja le a növekedési hormon szekréciójának szabályozását. A hypothalamicus faktorok, a glükóz és az IGF-1 szerepe. Ismertesse a növekedési hormon szekréciójának cirkadián ritmusát.

Azonosítsa az inzulinszerű növekedési faktorok hossznövekedésért felelős célszerveit/sejttípusait.

**Írja le a növekedési hormon anyagcserére gyakorolt és növekedést elősegítő hatásait.**

Milyen következményei vannak a növekedési hormon túltermelésének a csontok hossznövekedésének befejeződése előtt, illetve után?

Milyen hatással van a növekedésre a pajzsmirigyhormon-hiány, illetve a stressz?

Milyen változások következnek be a férfi- és női nemi szervek felépítésében a nemi érés során?

**Ismertesse a női pubertás szakaszait:** adrenarche, thelarche, pubarche, menarche. Mit jelentenek ezek a kifejezések? Milyen hatások felelősek ezek kiváltásáért? Mit jelent az acceleratio?

Milyen hatása van a nemi hormonoknak a növekedésre?

## 91. Az agyi véráramlás szabályozása, a liquor cerebrospinalis, az agy barrierrendszerei

Ismertesse az agyi véráramlás normálértékét, részesedését a nyugalmi perctérfogatból. Értékelje a PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, pH és a vércukorszint hatását az agyi véráramlásra.

Állítsa szembe a lokális szöveti és a szisztémás neurális szabályozás jelentőségét az agyban.

Ismertesse a lokális anyagcsere-véráramlás kapcsolat kialakulásának mechanizmusait, és ennek jelentőségét az fMRI szempontjából.

Magyarázza el, milyen szerepe van az asztrocitáknak a neuronális környezet fenntartásában.

Írja le a cerebrospinalis folyadék (CSF) képződését, áramlását és felszívódását, térjen ki a plexus choroideus anatómiájára és funkciójára.

Adja meg a CSF normális térfogatát, képződési rátáját, nyomását, összetételét.

**Írja le a vér-agy gát alkotóit,** és jellemezze a vér-agy gáton keresztül folyó anyagtranszportot, valamint, azt, hogy milyen mechanizmusok akadályozzák különböző anyagok bejutását a központi idegrendszerbe. Hasonlítsa össze a vér-agy gát és a vér-likvor gát barriermechanizmusait.

Nevezze meg a vér-agy gáton kívüli területeket és jellemezze a cirkumventrikuláris szervek funkcióját!

Normálértékek: **agyi véráramlás (felnőtt): 750 ml/perc**, a nyugalmi perctérfogat 15%-a. **CSF volumen: 140 ml; CSF termelés: 500 ml/nap. CSF nyomás: 5 Hgmm (8-10 vízcmm); CSF összetétel: fehérvérsejt: 0-5 sejt/uL**, fehérje: 0.35 g/l; Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 149/3/128/26 mmol/kg víz (molális), glükóz: plazma konc. ~ 2/3-a.

## 92. A szomatoszenzoros rendszer: receptorok

**Osztályozza a szomatoszenzoros receptorokat 1. modalitásaik** (mechano-, termo-, nociceptorok), **2. az inger forrása** (extero-, proprio-, interoceptorok), **és 3. szövettani megjelenésük** (encapsulált, szabad idegvégződés) **alapján.**

Írja le a bőrben található mechanoreceptorokat és funkciójukat: Vater–Pacini-test, Meissner-test, Ruffini-test, Merkel-test, szabad idegvégződés.

**Definiálja a dermatomát, írja le a dermatomák szerveződését a fej és a test területén.**

Mit jelent a szomatoszenzoros receptív mező? Magyarozza el, hogyan viszonyulnak egymáshoz a dermatomák és a receptív mezők.

**Definiálja a receptorérzékenység, a receptorspecificitás és a receptív mező fogalmakat.** Magyarozza el a perifériás beidegzés sűrűsége és a receptív mezők mérete közötti összefüggéseket. Definiálja a lassan és a gyorsan adaptálódó receptorokat.

### **93. A szomatoszenzoros rendszer: a hátsó kötegi (lemniscus medialis) pályarendszer**

**Írja le a hátsó kötegi lemniscus medialis által szállított szomatoszenzoros szubmodalitásokat.**

Sorolja fel a hátsó kötegi lemniscus medialis rendszer és trigeminalis megfelelőjének elemeit.

Írja le a hátsó kötegi lemniscus medialis rendszer funkcionális vonatkozásait.

Írja le a test topográfiás szerveződését a hátsókötegi magok, a ventrobasalis thalamus és a szomatoszenzoros kéreg szintjén.

Definiálja a kétpont-diszkriminációt, és magyarozza meg, hogyan függ a perifériás beidegzés sűrűségétől és a receptív mező nagyságától.

Írja le azokat a tényezőket, amelyek hozzájárulnak az arc és a tenyér magas szomatoszenzoros érzékenységéhez.

**Írja le a hátsó kötegi lemniscus medialis rendszer sérüléséhez kapcsolódó tüneteket.**

Írja le, hogyan segíti a széli gátlás két pont térbeli diszkriminációját.

**Magyarozza el, hogyan befolyásolja egy adott terület perifériás beidegzésének sűrűsége a gyrus postcentralison található kérgi reprezentációs területének nagyságát.**

Írja le a finom tapintásért felelős rendszert és kapcsolatát a nagyagykéreggel.

### **94. A szomatoszenzoros rendszer: az anterolateralis (spinothalamicus) pályarendszer**

**Írja le a a spinothalamicus pályák által szállított szomatoszenzoros szubmodalitásokat.**

Írja le a fájdalom/hőmérséklet/durva tapintás szállításáért felelős rendszert és kapcsolatát a nagyagykéreggel.

Különböztesse meg a modalitás-specifikus és a "wide dynamic range" afferenseket az anterolateralis rendszerben.

**Ismertesse az anterolateralis pálya agytörzsi és hypothalamicus kapcsolatait, mondjon példákat a szenzoros ingerlés ezeken a kapcsolatokon keresztül létrejövő hatásaira** (ébredés, cardiorespiratoricus változások, izomtónus-változások, hőszabályozási reflexívek).

Sorolja fel a spinothalamicus pálya és trigeminalis megfelelőjének elemeit.

Sorolja fel a spinothalamicus pálya funkcionális vonatkozásait.

**Írja le a spinothalamicus pálya sérülésének következményeit.**

### **95. A szomatoszenzoros rendszer: a fájdalomérzés**

**Definiálja a nociceptor, nociceptio és a fájdalom fogalmát.**

Írja le a nociceptorok aktivációjának lehetséges mechanizmusait.

Írja le a különbséget a gyors és lassú fájdalom között, és azonosítsa a szállításukért felelős perifériás idegeket és központi kapcsolataikat. **Írja le a test reakcióit a fájdalomra** (motoros, vegetatív, affektív komponensek).

Ismertesse az agytörzsből leszálló endogén analgetikus pályát (PAG, LC, raphe magvak), illetve a pályarendszer neurotranszmittereit. Írja le, hogyan befolyásolhatják az endogén opiátok a fájdalomérzést.

Hasonlítsa össze a fájdalomérzést a viszketéssel.

Írja le a visceralis fájdalom jellemzőit, a kisugárzó fájdalom mechanizmusát. **Ismertesse az ún. Head-zónákat, soroljon fel legalább három példát.**

**Ismertesse a következő fogalmakat és mechanizmusait: hyperalgesia, allodynia.** Gyulladásos fájdalom.

### 96. Látás: a szem védelme, képképzése, fénytörési hibák

Ismertesse a könnytermelést: a könny összetétele és funkciói, a könnytermelés szabályozása (könnymirigy parasympathicus beidegzése). Mutassa be az ún. palpebralis reflexeket (corneareflex, conjunctivareflex, supraorbitalis, nasalis, acustico-palpebralis reflexek). A palpebralis reflexek központi idegrendszeri integrációja (felső agytörzsi motoros reflexek).

**Írja le a szem optikai szerkezetét, a fény útját a szemben és az egyes törőközegek szerepét.**

**Adja meg a törőerő fogalmát, mértékegységét.**

**Írja le az accommodatio mechanizmusát. Adja meg az accomodatiós triász elemeit.** Közelpont fogalma.

Ismertesse az emberi látásélesség meghatározását a Snellen/Csapody-tábla segítségével, a visus normálértékét. Mit lehet meghatározni a Javal–Schiotz-féle ophthalmometria segítségével?

Írja le a myopia, a hypermetropia, a presbiopia és az astigmia (astigmatismus) okait és korrekciós lehetőségeit.

**Ismertesse a csarnokvíz termelődését, funkcióit, felszívódását.** Adja meg a szem belnyomásának normálértékét, meghatározásának módját (tonometria). Mi a glaucoma?

Normálértékek: **visus: 5/5** (térbeli felbontás: 1 szögperc); a szem teljes törőereje 60 D, **a cornea törőereje: 40-43 D, a szemlencse törőereje: 17-20 D** (távolra akkomodációkor), közelpont: 7-10 cm, fiziológias astigmia: 0.5 D, **a szem belnyomása: 10-20 Hgmm, középérték: 16 Hgmm.**

### 97. Látás: a fotoreceptorok működése, jelfeldolgozás a retinában

Sorolja fel az emberi retina sejtípusait, írja le a retina belső neuronális hálózatát.

**Magyarázza el a „sötétáram” mechanizmusát, a fototranszdukciót** és a receptorok válaszát a fényre. Ismertesse a különböző fotoreceptorok tulajdonságait (szám, eloszlás, kromatikus és luminanciatulajdonságait (scotopiás és photopiás látás), a kritikus fúziós frekvenciát. Ismertesse a Purkinje-féle küszöbeltolódást.

**Ismertesse a sötétadaptáció és a fényadaptáció jelenségét és mechanizmusát.**

Írja le a fotoreceptorok, a horizontális sejtek és bipolaris sejtek synapticus kapcsolatait, ezek szerepét a receptív mezők központ-széli antagonizmusának kialakulásában.

Magyarázza el, hogyan hozzák létre a postsynapticus receptorok a depolarizáló és hiperpolarizáló válaszokat, hogy miként hozzák létre a ON központú és OFF központú, antagonisztikus szerveződésű receptív mezőket.

Írja le a bipoláris, a horizontális, az amacrin és a ganglionsejtek elektromos válaszait.

Normálértékek: kritikus fúziós frekvencia: 22-25 Hz (scotopiás), 40-50 Hz (photopiás); Purkinje-féle küszöbeltolódás: 500-555 nm (a retina spectralis érzékenységszámmaximum-különbsége scotopiás és photopiás körülmények között)

### 98. Látás: A látótér és a látópálya

**Magyarázza el a látótér retinára való vetülését, ismertesse a retino-thalamo-striatalis pályát, magyarázza el, mi a következménye a látóideg részleges kereszteződésének.**

**Milyen következményekkel jár, ha a látópálya következő struktúrái sérülnek: retina, n. opticus, chiasma opticum, tractus opticus, CGL (corpus geniculatum laterale), radiatio optica, primer látókéreg?** Válaszában használja a következő kifejezéseket: bitemporális (heteronym) hemianopia, contralateralis homonym hemianopia, macular sparing.

Ismertesse a látótér meghatározásának módszerét (perimetria). Értelmezze a fiziológias scotoma (vakfolt) kialakulásának okát.

Ismertesse a retinalis ganglionsejtek CGL-en kívüli projekcióit (nucl. suprachiasmaticus, colliculus superior, pretectum) és ezek jelentőségét.

**Írja le a pupilla fényreflexét, a reflexívet.** Mit jelent a direkt, illetve a consensualis reflex megléte, illetve hiánya?

### 99. Látás: Az oculomotoros folyamatok szabályozása

Ismertesse a szemmozgásokban szerepet játszó izmokat és motoros beidegzésüket.

**Csoportosítsa a szemmozgásokat a szemtengelyek egymáshoz való viszonya és a szemmozgások sebessége szerint.**

Ismertesse a követő szemmozgások jelentőségét.

Mit jelent a saccadicus szemmozgás, mi a szerepe? Mi a jelentősége a saccadok közötti fixációs periódusoknak? Mi a microsaccadok jelentősége?

Írja le az optokinetikus nystagmust.

Ismertesse a szemmozgások szabályozásában szereplő kérgi (hátsó parietalis kéreg, frontalis szemmozgató areák) és subcorticalis (nyúltvelői és hídi formatio reticularis, szemmozgató magvak pl. NOT – nucleus of the optic tract és colliculus superior) struktúrákat.

Normálértékek: Követő szemmozgások sebessége: 60 fok/s-ig, saccadicus szemmozgások sebessége: 60 fok/s fölött (max 1000 fok/s)

### 100. Látás: agykérgi mechanizmusok

Írja le a CGL szerkezetét és funkcionális sajátosságait.

Írja le a V1-ben található egyszerű sejtek vizuális receptív mezőinek tulajdonságait.

**Magyarázza el a V1 funkcionális szerveződését** (retinotopiás reprezentáció, ocularis dominanciaoszlopok, orientációs oszlopok, corticalis csapok).

Magyarázza el, hogyan tesz lehetővé a központi-széli antagonizmus szerveződésű receptív mezők az orientációs specificitást vagy a mozgásérzékelést.

**Ismertesse a ventralis és a dorsalis látópálya funkcionális szerveződését, jellemző tulajdonságaikat.**

Magyarázza el az információfeldolgozást a látókéregben és a magasabb vizuális asszociációs területeken.

Különítse el a retino-geniculo-corticális pályát az extrastriatalis projekcióktól.

### 101. Látás: binocularis látás, színlátás

Magyarázza el a korrespondáló retinapontok és a horopter fogalmát, segítségével írja le a binocularis diszparitás és a térlátás kapcsolatát. Ismertesse a távolságérzékelés monocularis mechanizmusait.

**Ismertesse a színlátás neuronális mechanizmusait.** Mit jelentenek a következő kifejezések: achromatopsia, protanopia, deuteranopia, tritanopia, protanomalia, deuteranomalia, tritanomalia? Hogyan lehet vizsgálni az emberi színlátást (Ishihara-teszt)?

### 102. Hallás: a külső és a középfül működése. Hallásvizsgálatok

Ismertesse az alábbi fogalmakat: alaphang, zenei hang, zaj, hangfrekvencia és intenzitás, *energia*, hang terjedése, **hangnyomásszint (SPL, decibelskála)**, hangerő (fonskála), isophon görbék.

Rajzolja fel az emberi hallásküszöb grafikonját (audiogramot), és magyarázza el annak az életkorral való változását.

**Ismertesse a külsőfül és a középfül fiziológiai szerepét, értelmezze az akusztikus impedanciaillesztés fogalmát. Különítse el a légvezetési és a csontvezetési hallást.**

Ismertesse a középfülizmokat és szerepüket (védekező reflexek).

Ismertesse a vezetési és percepció halláskárosodások közötti különbségeket és sorolja fel az ezek vizsgálatára használatos teszteket. **Mutassa be az alábbi hallásvizsgálatokat és magyarázza el a szerepüket a halláskárosodások diagnózisában: küszöbaudiometria, Weber teszt, Rinné-teszt, tympanometria. Presbycusis.**

**Normálértékek: emberi hallás frekvenciatartománya: 20-20000 Hz; emberi hallás intenzitástartománya : 0-120 dB; referencia hangnyomásszint: 20  $\mu$ Pa; emberi hallásküszöb: 0 dB; beszédhang frekvenciatartománya; 250-4000 Hz; fonskála referenciafrekvenciája: 1000 Hz.**

### **103. Hallás: a belsőfül működése, a hallópályák**

A cochlea fizikai tulajdonságai alapján magyarázza el a cochleában zajló passzív frekvencia analízist (Békésy helyteóriája).

Mutassa be a Corti-féle szerv neuronális elemeit. Endocochlearis potenciál fogalma. Ismertesse a külső és a belső szőrsejtek működését. Otoakusztikus emisszió fogalma.

**Magyarázza el, hogy a membrana basilaris deformációja miként alakul át a nervus cochlearison regisztrálható akciós potenciállá.**

**Ismertesse a hallópályát, illetve a hallópálya épségének vizsgálatát auditorikus kiváltott válasz segítségével.**

Ismertesse, hogy miként kódolódik a hangmagasság, a hangerő és a hangforrás lokalizációja a centrális auditorikus neuronokban. Magyarázza el, hogyan működik a frekvenciakód, a populációs kód és a binauralis hallás.

### **104. A szaglás élettana**

Ismertesse a szaglőreceptorsejtek elhelyezkedését, felépítését.

Ismertesse az olfactoricus cilium funkcióját és a szaganyag (odorant)- receptorcsalád jellegzetességeit.

**Magyarázza el, hogyan aktiválódnak a szaglőreceptorok, ismertesse a szaglásért felelős szenzoros transzdukciós folyamatokat.**

Definiálja a molekuláris receptív mező fogalmát.

Értelmezze a szaglőrendszerben a funkcionális topográfia (pl. bulbus olphactorius epitoptérkép) fogalmát.

Ismertesse a szaglő pálya első átkapcsoló állomásának (bulbus olphactorius) felépítését, funkcióját, afferens és efferens összeköttetéseit.

Ismertesse a bulbus olphactorius centrális kapcsolatait, a szaglóműködések agyi reprezentációját.

Ismertesse az alábbi fogalmak jelentését: anosmia, hyposmia, dysosmia.

### **105. Az ízézés élettana**

**Ismertesse az ízéző receptorsejtek elhelyezkedését, felépítését és afferens beidegzését.**

Ismertesse az ízlelőbimbó sejt típusait.

**Nevezze meg az alap ízqualitásokat, identifikálja az öt alapízt.**

Magyarázza el, hogyan aktiválódnak az ízéző receptorok, ismertesse az egyes alapízqualitások detektálásáért felelős szenzoros transzdukciós folyamatokat.

**Nevezze meg azokat az agyidegeket, amelyek ízézésrel kapcsolatos információkat közvetítenek a központi idegrendszerbe.**

Ismertesse a központi idegrendszeri ízéző központok felépítését és funkcióját.

Ismertesse az alábbi fogalmak jelentését: ageusia, dysgeusia.

### **106. A motoros reflex fogalma. Az izmok proprioceptorainak felépítése és működése**

**Határozza meg a motoros reflex fogalmát, és sorolja fel a reflexív elemeit.**

**Írja le a különbséget az exteroceptív és propioceptív reflex között.**

**Határozza meg a proprioceptor, propiocepció fogalmát, nevezze meg a proprioceptorokat.**

**Nevezze meg az izomorsó és a Golgi-féle ínorsó fő funkcióját.**

**Írja le az izomorsó és Golgi-féle ínorsó elhelyezkedését, szerkezetét, szenzoros és motoros beidegzését.**

Definiálja az intrafusalis és extrafusalis izomrostokat, nevezze meg az intrafusalis izomrostok típusait.

Határozza meg az Ia-, II- és Ib-afferensek működése közötti különbséget. **Definiálja a gamma- és alfa-motoneuronokat.**

### **107. A myotaticus és az inverz myotaticus gerincvelői reflex**

Határozza meg a myotaticus és az inverz myotaticus reflex fogalmát, a reflexek receptorait és adekvát ingereit.

**Kövesse az idegi aktivitás útját a patellareflex során, írja le a reflexívet.**

Hasonlítsa össze a patellareflex ívét az inverz myotaticus reflex ívével.

**Definiálja az agonista és antagonistá izmok fogalmát, határozza meg a reciprok beidegzést és mechanizmusát.**

**Írja le a biceps-, triceps- és Achilles-ínreflexet, nevezze meg az általuk vizsgált gerincvelői szegmentumokat.**

Definiálja a Jendrassik manővert, a hyporeflexia, hyperreflexia és a clonus fogalmát és mechanizmusát.

### **108. A gamma fusimotor szervőmechanizmus (gamma-hurok)**

Definiálja a gamma-motoneuronokat és az általuk beidegzett izomrostokat.

Határozza meg az alfa-motoneuronok aktivitásának és az extrafusalis rostok összehúzódásának következményét az izomorsó szerkezetére és érzékenységére.

Magyarázza el, hogy a gamma-motoneuronok aktivitása hogyan kompenzálja az extrafusalis rostok összehúzódása miatt bekövetkezett változásokat az izomorsóban. Alfa-gamma koaktiváció.

**Határozza meg az izomtónus fogalmát, és írja le a gamma-hurok szerepét ebben, valamint az ínreflexek intenzitásában.**

### **109. Exteroceptív gerincvelői reflexek**

Határozza meg az exteroceptív reflex receptorait, adekvát ingereit.

**Írja le a keresztezett flexor-extensor reflex ívét.**

Hasonlítsa össze a nociceptív és nem nociceptív exteroceptív gerincvelői reflexeket.

Írja le a hasbőr-reflexet és a talpreflexet.

### **110. Ritmikus helyzetváltoztató mozgások gerincvelői szervezése. A gerincvelői interneuronok**

Sorolja fel, milyen ritmikus mozgások szerveződhetnek a gerincvelőben. Hogyan változik ezek során a flexorok és extensorok aktivitása, mit jelent az interszegmentális integráció.

**Határozza meg a „central pattern generator” (CPG) fogalmát és funkcióját.**

Határozza meg az utóleadás („after discharge”) és visszacsapás („rebound”) fogalmát.

Sorolja fel a gerincvelői interneuronok elhelyezkedését, típusait és funkcióit (leszálló pályák interneuronjai, Ia- és Ib-interneuronok, CPG, Renshaw-sejt).

Sorolja fel a gerincvelői gátló transzmittereket (GABA, glicin), magyarázza el a sztrichnin és az izomlazítók hatásmechanizmusát.

### **111. A gerincvelő teljes és részleges sérülésének következményei**

**Határozza meg a spinalis shock fogalmát, sorolja fel a teljes harántlézió szenzoros, motoros és vegetatív következményeit.**

**Definiálja a következő fogalmakat: tetra- para-, hemiplegia, illetve -paresis.**

Sorolja fel, hogy mely funkciók térnek vissza a spinalis shock után, és melyek nem.

Határozza meg az alfa (alsó) motoneuron fogalmát. Sérülésének következményeként hogyan változik az izomtónus, az izomerő, az ínreflexek aktivitását és az izomtömeg? Definiálja az atrophia és a fasciculatio fogalmát, magyarázza el kialakulásuk mechanizmusát.

**Sorolja fel és magyarázza el a Brown–Sequard-szindróma tüneteit.**

### **112. Az izomtónus szabályozása**

Definiálja az izomtónust és eltéréseit: hypotonia, atonia, rigiditás és spaszticitás.

Magyarázza el az alfa- és a gamma-motoneuronok szerepét az izomtónus fenntartásában.

**Sorolja fel az agytörzsi izomtónus-szabályozó struktúrákat** (nucl. ruber, nucl. vestibularis Deitersi, pontin és medullaris formatio reticularis) **és szerepüket a flexor és extensor tónus kialakításában.**

Hogyan változtatja meg a motoros cortex és a cerebellum eltávolítása az izomtónust?

Sorolja fel a lateralis leszálló rendszer elemeit (corticospinalis és rubrospinalis pálya) és funkcióit, majd hasonlítsa össze a medialis rendszerrel (vestibulo-, reticulo-, tectospinalis pálya).

**Nevezze meg a decerebratio és decorticatio** (felső motoneuron-károsodás) **tüneteit.** Hogyan változik ezek hatására az izomtónus, az izomerő, az ínreflexek aktivitása és az izomtömeg, mi ennek a mechanizmusa?

### **113. A testtartás szabályozása. A vestibularis rendszer**

Definiálja a statotonikus és statokinetikus reakciót, nevezze meg a testtartás szabályozásában fontos szenzoros mechanizmusokat (vestibularis rendszer, propriocepció, vizuális feldolgozás).

**Nevezze meg és vázolja fel a vestibularis rendszer alapelemeit** (félkörös ívjáratok, otolith szervek).

Magyarázza el a szőrsejtek működését. Endolympha, perilympha, receptorpotenciál és a n. vestibularis aktivitása.

**Hasonlítsa össze a félkörös ívjáratok és az otolith szervek funkcióit.**

Írja le a vestibularis rendszer reflexeit: támasztási reakció, vestibulocollicus és vestibuloocularis reflex.

Írja le a nystagmust és típusait: optokinetikus, rotatoros, posztrotatoros és kalorikus nystagmus és mechanizmusai.

Nevezze meg a nyaki proprioceptorok jelentőségét a testtartás szabályozásában, szemléltesse néhány példával (pl. fej előre hajtásakor négy végtagban flexió).

### **114. A mozgások kérgi szervezése**

**Sorolja fel a mozgatókéreg részeit** (primer motoros, premotoros, supplementer motoros) **és elhelyezkedését.**

Írja le a primer motoros kéreg funkcióit (erő-, irány-, sebességkód; egocentrikus referenciakeretről átkódolás izom- és ízületi mozgásba), a somatotopia és a plaszticitás jelenségét.

**Írja le a corticospinalis pálya eredését, lefutását, funkcióját, sérülésének következményeit** (Babinski-jel).

Magyarázza el a „long-loop” reflexeket.

Sorolja fel a premotoros cortex funkcióit.

Sorolja fel a supplementer motoros cortex funkcióit.

Hasonlítsa össze a stimulusvezérelt megragadó mozgás és az összetett, tervezett mozgás mechanizmusát, magyarázza el a multimodális szenzoros területek (posterior parietalis cortex) és a prefrontalis cortex szerepét.

Soroljon fel néhányat a motoros kéreg és a posterior parietalis kéreg károsodásának következményei közül (mozgások kezdése és gátlása, alien hand, apraxia, neglect, propriocepció kiesése).

### 115. A kisagy

Sorolja fel a kisagy fő részeit (anterior, posterior, flocculonodularis lebeny, vermis, paravermis, lateralis hemispherium) és szövettani rétegeit.

**Vázzolja fel a kisagy funkcionális hálózatát** (kúszórost, moharost, szemcsesejt, parallel rost, kosársejt, Purkinje-sejt, mélymagok).

Írja le a gátlás és a serkentés mechanizmusát a kisagyi hálózatban. Nevezze meg a Purkinje-sejtek elektrofiziológiai jellemzőit (a komplex akciós potenciál, a kúszórostok LTD-je és a tanulás).

Nevezze meg a vestibulocerebellum (archicerebellum) alkotóelemeit, afferenciációját, efferenciációját és funkcióját.

Nevezze meg a spinocerebellum (paleocerebellum) alkotóelemeit, afferenciációját, efferenciációját és funkcióját.

Nevezze meg a cerebrocerebellum (neocerebellum) alkotóelemeit, afferenciációját, efferenciációját és funkcióját.

**Soroljon fel három-négy tünetet, ami a kisagy károsodását követően jelentkezik** (nystagmus, ataxia, dysdiadochokinesis, dysmetria, hypotonia, skandáló beszéd).

### 116. A basalis ganglionok

**Nevezze meg a basalis ganglionok alkotóelemeit** (neostriatum, pallidum, nucl. subthalamicus, substantia nigra és részeik) **és ezek elhelyezkedését.**

Írja le a fő neurokémiai rendszereket a basalis ganglionok területén (glutamát, GABA, dopamin, acetilkolin, peptid kotranszmitterek).

Vázzolja fel a direkt pályát és funkcióját.

Vázzolja fel az indirekt pályát és funkcióját.

Beszéljen a basalis ganglionok motoros, kognitív és affektív funkcióiról.

Ismertesse a hypokinesissel (**parkinsonismus**, illetve hyperkinesissel (chorea, ballismus, athetosis, tic) járó állapotokat.

### 117. A vegetatív működések központi idegrendszeri integrációja. A hypothalamus működései.

**A vegetatív idegrendszer funkcionális anatómiája.** A szervek vegetatív beidegzésének jellegzetességei. Vegetatív reflexek.

Hierarchikus szerveződés a vegetatív idegrendszerben. Walter Hess és a hypothalamus integratív működése.

A hypothalamus funkcionális anatómiája. A hypothalamus afferens és efferens neurohumorális kapcsolatai. **A zsigeri működések hypothalamikus szabályozása.**

A szenzoros, motoros és vegetatív működések és a viselkedés központi idegrendszeri integrációja. A limbikus rendszer és a vegetatív idegrendszer kapcsolata. Vegetatív működések agykérgi kontrollja.

### 118. A limbikus rendszer működése, emóciók.

Foglalja össze, mely idegi struktúrák tartoznak a limbikus rendszerhez és mik a főbb funkcióik.

Milyen szerepet játszik az amygdala és az agykéreg kapcsolata a kognitív és az érzelmi viselkedés kialakításában?

Milyen szerepe van a szaglórésznek a limbikus rendszeren belül?

Milyen kapcsolat van a limbikus rendszer és a vegetatív (autonóm) idegrendszer között?

Az emóciók, mint adaptációs mechanizmusok, központi reprezentációjuk, és hatásuk a homeosztázisra.

**A homeosztatiszikus szükséglet, motivált viselkedés, és az agyi „jutalmazórendszer” kapcsolata.**



### 119. Electroencephalogram (EEG) és az alvás-ébrenlét élettana

Mi az elektrofiziológiai alapja és eredete az elektroencefalogramnak?

**Milyen hullámtípusokat különböztethetünk meg az EEG-n, és ezek milyen viselkedési állapotokhoz köthetők?**

Magyarázza el a kiváltott válaszok felvételének módszertani alapjait, a kiváltott válaszok jelentőségét. Hogyan változik az agyi aktivitás (EEG) az ébrenlét, non-REM és REM alvási fázisok alatt?

Jellemezze a non-REM alvás fázisát! Jellemezze a REM alvás fázisát!

**Írja le az emberi alvás jellemzőit** (alvásciklusok hossza, száma, non-REM/-REM változása az alvási periódus során).

Milyen szabályozó mechanizmusok játszanak szerepet a non-REM, REM alvás, valamint az ébrenlét állapot szabályozásában? (agyterületek, neurotranszmitterek, mechanizmusok, cirkadián ritmus: alvás-ébrenlét).

Hogyan változik a légzés, a szív működés-keringés, a veseműködés, a gastrointestinális működés, a szemmozgás, izomtónus és az endokrin funkció a non-REM és REM alvás alatt?

Poliszomnográfia fogalma.

Normálértékek: **EEG hullám frekvenciatartományok: delta: 0.5-4 Hz, theta: 4-7 Hz, alfa: 8-12 Hz, béta 13-30 Hz**

### 120. A cirkadián ritmus és a tobozmirigy

**Ismertesse a cirkadián ritmus fogalmát és legfontosabb jellemzőit** (genetikailag determináltan egy belső, öfenntartó pacemaker által létrehozott, egyes külső ingerekhez szinkronizálódó, kb. 24 óra periódusidejű biológiai változás).

Adjon példákat cirkadián ritmussal rendelkező élettani jelenségekre (testhőmérséklet, növekedési hormon-, kortizolszекреció).

Ismertesse a hypothalamus nucl. suprachiasmaticus (SCN) tulajdonságait, melyek alkalmassá teszik a cirkadián pacemaker (Zeitgeber) funkció betöltésére.

Ismertesse a retinohypothalamicus pálya szerepét az SCN aktivitásának fény-sötét ciklushoz történő illesztésében.

Ismertesse a tobozmirigy felépítését, vegetatív beidegzését (nervi conarii), valamint a pinealocyták által termelt hormon, a melatonin bioszintézisét.

Ismertesse, a SCN-ből a tobozmirigybe tartó idegi pályát, és ennek segítségével magyarázza el a tobozmirigy melatoninszекреciójának cirkadián ingadozását.

Mit tudunk a melatonin fiziológiai hatásairól? (Melatonin receptorok, endokrin cirkadián transducer)

### 121. Kognitív működések, a beszéd idegrendszeri szervezése

Definiálja a kognitív működések fogalmát és sorolja fel az ide tartozó funkciókat!

Sorolja fel és határozza meg a nyelvi szerveződés szintjeit!

**Adja meg a domináns félteke fogalmát**, Wada-teszt.

Ismertesse a nyelv idegrendszeri lokalizációjának klasszikus (Wernicke-Geschwind-féle) modelljét.

Fogalmazza meg a Wernicke–Geschwind-féle modell kritikáját, és vázoljon fel néhány alternatív modellt.

**Adja meg az aphasia fogalmát.** Sorolja fel az aphasiák típusait és tüneteit, adja meg a jellemző idegrendszeri léziókat.

Ismertesse az agnosia fogalmát, sorolja fel főbb típusait és a jellemző idegrendszeri léziókat.

Definiálja a Gerstmann-szindrómát és idegrendszeri alapját.

Definiálja a neglect szindrómát és idegrendszeri alapját.

Vázolja fel a humán féltekei specializáció főbb jellegzetességeit.

## **122. Az idegrendszer plaszticitása, tanulás és memória**

Definiálja a tanulás és a memória fogalmát, és sorolja fel a tanulás főbb típusait.

Hasonlítsa össze a habituációt és a szenzibilizációt.

Hasonlítsa össze a klasszikus (Pavlov-féle) és az operáns kondicionálást.

Hasonlítsa össze az epizodikus és a szemantikus tanulást.

Ismertesse a munkamemória fogalmát és az idegrendszeri alapjait.

Ismertesse az explicit (deklaratív) emlékezet idegrendszeri alapjait.

Írja le a long-term potentiation (LTP) és a long-term depression (LTD) alapjául szolgáló molekuláris folyamatokat (iniciáció, specifikus receptorok, enzimek és központi idegrendszeri lokalizáció).

Ismertesse az implicit (non-deklaratív) emlékezet idegrendszeri alapjait.